基于贝叶斯更新的双渠道联合库存与定价策略研究

赵 禹,周长银,王吉豪
(山东科技大学 数学与系统科学学院,山东 青岛 266590)

摘 要:本论文基于对网络市场需求的贝叶斯更新,分别讨论了双渠道库存共享和分开两种情况下最优联合库存与定价策略,并就总库存相同的情况下双渠道库存是否共享给出了决策方法。通过数值试验对两种模型做了比较,结果表明双渠道销售模式下库存共享策略优于库存分开策略。

关键词:动态定价;库存管理;贝叶斯更新;库存共享;双渠道

中图分类号:F272 **文献标志码**:A **文章编号**:1672-3767(2016)03-0106-06

Joint Inventory and Pricing Strategy with Dual Channel Based on Bayesian Updating

ZHAO Yu, ZHOU Changyin, WANG Jihao
(College of Mathematics and Systems Science, Shandong University of Science and Technology, Qingdao, Shandong 266590, China)

Abstract: This paper researched on the issue of whether the retailer's inventory of the same product should be shared in the dual channel sales model. Based on the bayesian updating of a network market demand, the optimal joint inventory and pricing strategies in both the dual channel inventory sharing and the dual channel inventory separation were discussed and a decision making method was proposed on whether the dual channel inventory should be shared when the total inventory was the same. A comparison was made between the two models by numerical experiments and the results show that the dual channel sales mode inventory sharing strategy is superior to the inventory separation strategy.

Key words: dynamic pricing; inventory management; bayesian updating; sharing of inventory; dual channel

电子商务的发展和创新改变了人们的购物方式,也促使越来越多的商家由单一的传统渠道销售模式拓展到双渠道销售模式,这对降低营销渠道成本、扩大市场份额以及增加销售利润起到了重要的作用。近几年,双渠道销售模式成为联合库存和定价研究领域中的热点问题之一。同时,在网络渠道随机需求方面,由于贝叶斯更新方法更加接近现实情况,基于贝叶斯更新的联合库存和定价策略研究也受到越来越多的关注。

关于双渠道供应链的发展,许传永[1]将供应链的发展分为.com 阶段、去中间化阶段和双渠道融合并存阶段,商品的销售渠道由传统渠道转移到网络渠道,进而双渠道模式相融合,实现双渠道总利润最大化。2003 年 Park 和 Keh[2]指出制造商选择双渠道时,双渠道供应链整体利润将增加,但零售商的利润将会减少;2005 年 Yao 和 Liu[3]通过对竞争模型的分析,指出两个销售渠道之间存在价格竞争,但价格竞争会促使传统渠道的发展。从双渠道供应链选择方面可知,双渠道模式会引起两个销售渠道的竞争,但竞争使双渠道模式优于单一渠道模式,使供应链总利润增大。

针对双渠道供应链的联合库存和定价策略问题,王虹等[4]研究了制造商在网络渠道上的定价和库存决

收稿日期:2015-11-25

作者简介:赵 禹(1988—),男,山东邹城人,硕士研究生,主要从事库存与供应链管理的研究.
E-mail:zhaoyu262263908@126.com
周长银(1970—),男,山东泰安人,副教授,主要从事随机最优化方法及应用、库存与供应链管理的研究.

策以及零售商在传统渠道上的最优订货量;徐峰等[5]分别讨论了零售商市场份额、网络渠道销售成本和价格弹性系数等因素对双渠道最优定价策略的影响;金磊等[6]研究了零售商在单个时期下的双渠道库存和定价。上述文献从多个方面讨论了双渠道下的最优库存与定价策略,但是大部分都是基于单个时期的双渠道库存和定价策略。而在实际中,单个周期的决策不一定是最优决策,需要从多个周期考虑双渠道下的库存和定价策略问题。因此,本文在金磊等[6]研究的基础上,分别在双渠道库存共享和库存分开下,研究了动态定价模型,以判断双渠道库存是否共享。

在单个零售商多期的双渠道销售问题方面,贝叶斯方法很好地解决随机需求带来的问题,利用先验分布来处理不确定因素。Scarf[7]是在库存问题中最早利用贝叶斯方法的,而 Whitin[8]是最早将定价和库存结合起来进行研究的;Zhang 等[9]讨论了同时定价和库存的控制与学习,研究了多维度状态空间中的贝叶斯模型;柳键等[10]利用贝叶斯公式对需求函数不断学习更新,研究了缺货和延迟交货情况下的动态定价和库存问题。本文探讨了贝叶斯更新方法对双渠道联合库存与定价策略的影响,在柳键等[10]研究的基础上,把单一渠道销售模式拓展到双渠道销售模式,并只对网络渠道的需求函数进行贝叶斯更新,而将传统渠道的需求函数假设为价格的一次函数,参考 Li 等[11]的多期动态模型建立本文的多期动态模型。

1　模型假设及动态定价模型

1.1　模型假设

考虑一个零售商在双渠道 $N(0 \leqslant N < \infty)$ 个周期下销售同一件商品的问题,根据金磊等[6]和柳键等[10]的研究有如下假设和符号说明:第 t 期,商品的订货价格为 c_t;库存共享情况下订货后的库存水平为 y_t;库存分开情况下网络渠道订货后的库存为 y_{1t},期末的库存为 z_{1t};传统渠道订货后的库存为 y_{2t},期末的库存为 z_{2t};每周期剩余库存的库存成本为 l_t,缺货时惩罚成本为 h_t;每期期末的库存为 z_t,即 $z_t = y_t - D_t$;假设 $h_t > l_t$,即缺货时惩罚成本大于库存成本;$\{\boldsymbol{X}_t\}$ 为独立同分布随机变量,密度函数为 $f(\cdot \mid \theta)$,其中 θ 为未知随机参数,它的第 t 期分布密度为

$$m_t(x_t) = \int_{\Theta} f(x_t \mid \theta)\pi_t(\theta \mid x_{t-1})\mathrm{d}\theta$$

在上述假设的基础上,根据双渠道模型的需要,本文还有如下假设:

第 t 期传统渠道和网络渠道的价格一致,价格均为 p_t,并设 $p_t \in [p_{\min}, p_{\max}]$;第 t 期网络渠道和传统渠道的市场需求量分别为 D_{1t} 和 D_{2t},总需求量 $D_t = D_{1t} + D_{2t}$,其中 $D_{2t} = a - bp_t$,$D_{1t} = X_t$;库存共享模型的库存总量和库存分开模型的库存总量相等,即 $y_t = y_{1t} + y_{2t}$;每个周期期初选择的库存水平 y_t 至少满足传统渠道市场需求量,若共享库存,假设两种渠道在销售商品的时间上没有先后顺序,即同时完成,若库存分开,两个渠道之间不能相互调用库存。

1.2　零售商双渠道库存共享下的动态定价模型

零售商双渠道库存共享下,动态定价模型和单一渠道模型相同,因此,本文参考了柳键等[10]的模型,得到第 t 周期双渠道库存共享情况下的动态定价模型:

$$V_t(z_t) = \max_{y_t, p_t} J_t(y_t, p_t), t = 1, \cdots, N。 \tag{1}$$

其中 $J_t(y_t, p_t) = R_t(y_t, p_t) + \alpha E[V_{t+1}(y_t - D_t)]$,$z_t = y_t - D_t$,$\alpha$ 为折扣因子,

$$R_t(y_t, p_t) = (p_t - c_{t+1})E(D_t) + (c_{t+1} - c_t)y_t - l_t E(y_t - D_t)^+ - h_t E(D_t - y_t)^+,$$

$$V_{N+1}(z_{N+1}) = l_{N+1} z_{N+1}^+ - h_{N+1} z_{N+1}^-。$$

$$x^+ = \max\{x, 0\},\ E(D_t) = \int_0^{+\infty} (x_t + a - bp_t) m_t(x_t)\mathrm{d}x_t$$

$$E(y_t - D_t)^+ = \int_0^{y_t - a + bp_t} [y_t - (x_t + a - bp_t)] m_t(x_t)\mathrm{d}x_t$$

$$E(D_t - y_t)^+ = \int_{y_t - a + bp_t}^{+\infty} [(x_t + a - bp_t) - y_t] m_t(x_t)\mathrm{d}x_t$$

1.3 零售商双渠道库存分开下的动态定价模型

在零售商双渠道库存分开情况下，和单一渠道模型不同，根据本文提出的假设可知：

设第 t 周期的网络渠道的期望成本为

$$C_{1t}(y_{1t}) = E\hat{C}_{1t}(D_{1t},y_{1t}) = c_t y_{1t} + l_t E(y_{1t}-D_{1t})^+ + h_t E(D_{1t}-y_{1t})^+ 。$$

则零售商在网络渠道下的第 t 周期的利润为

$$R_{1t}(y_{1t},p_t) = p_t E(D_{1t}) - C_{1t}(y_{1t}) 。$$

其中 $E(D_{1t}) = \int_0^{+\infty} x_t m_t(x_t)\mathrm{d}x_t$，

$$E(y_{1t}-D_{1t})^+ = \int_0^{y_{1t}} (y_{1t}-x_t)m_t(x_t)\mathrm{d}x_t,\ E(D_{1t}-y_{1t})^+ = \int_{y_{1t}}^{+\infty}(x_t-y_{1t})m_t(x_t)\mathrm{d}x_t 。$$

设第 t 周期传统渠道的期望成本为

$$C_{2t}(y_{2t}) = E\hat{C}_{2t}(D_{2t},y_{2t}) = c_t y_{2t} + l_t E(y_{2t}-D_{2t})^+ + h_t E(D_{2t}-y_{2t})^+ 。$$

则零售商在传统渠道下的第 t 周期的利润为：

$$R_{2t}(y_{2t},p_t) = p_t E(D_{2t}) - C_{2t}(y_{2t}) 。$$

其中，$E(D_{2t}) = a - bp_t$，$E(y_{2t}-D_{2t})^+ = E(y_{2t}-a+bp_t)^+$，$E(D_{2t}-y_{2t})^+ = E(a-bp_t-y_{2t})^+$。

于是得到双渠道库存分开情况下的动态定价模型：

$$V_t(z_{1t},z_{2t}) = \max_{y_{1t},y_{2t},p_t} J_t(y_{1t},y_{2t},p_t),t=1,\cdots,N 。\tag{2}$$

其中：$J_t(y_{1t},y_{2t},p_t) = R_{1t}(y_{1t},p_t) + R_{2t}(y_{2t},p_t) + \alpha E[V_{t+1}(y_{1t}-D_{1t},y_{2t}-D_{2t})]$，

$$R_{1t}(y_{1t},p_t) = (p_t - c_{t+1})E(D_{1t}) + (c_{t+1}-c_t)y_{1t} - l_t E(y_{1t}-D_{1t})^+ - h_t E(D_{1t}-y_{1t})^+,$$

$$R_{2t}(y_{2t},p_t) = (p_t - c_{t+1})(a-p_t) + (c_{t+1}-c_t)y_{2t} - l_t E(y_{2t}-D_{2t})^+ - h_t E(D_{2t}-y_{2t})^+,$$

$$V_{N+1}(z_{1N+1},z_{2N+1}) = l_{N+1}z_{1N+1}^+ - h_{N+1}z_{1N+1}^- + l_{N+1}z_{2N+1}^+ - h_{N+1}z_{2N+1}^-,$$

$$z_{1t} = y_{1t} - D_{1t},\ z_{2t} = y_{2t} - D_{2t} 。$$

2 相关结论

对零售商双渠道库存共享和库存分开模型进行分析，来研究最优动态模型的定价与库存。

定理 1 对于 $t=1,\cdots,N$，有如下结论：

1)在库存共享情况下，模型(1)中的 $J_t(y_t,p_t)$ 是关于 (y_t,p_t) 的联合凹函数，$V_t(z_t)$ 也是关于 z_t 的联合凹函数；

2)在库存分开情况下，模型(2)中的 $J_t(y_{1t},y_{2t},p_t)$ 是关于 (y_{1t},y_{2t},p_t) 的联合凹函数，$V_t(z_{1t},z_{2t})$ 也是关于 (z_{1t},z_{2t}) 的联合凹函数。

证明 库存共享下的动态定价模型和柳键等[10]的单一渠道模型相似，因此，参考柳键等研究的证明过程可知定理 1(1)成立。由定理 1(1)可知，$R_{1t}(y_{1t},p_t)$ 是关于 (y_{1t},y_{2t},p_t) 的联合凹函数，下面证 $R_{2t}(y_{2t},p_t)$ 是关于 (y_{1t},y_{2t},p_t) 的联合凹函数。第一项 $(p_t-c_{t+1})(a-p_t)$ 为 p_t 的二次函数，故为 (y_{1t},y_{2t},p_t) 的联合凹函数；第二项 $(c_{t+1}-c_t)y_{2t}$ 是 y_{2t} 的线性函数，故是关于 (y_{1t},y_{2t},p_t) 的联合凹函数。因为 $\max\{\lambda x_1 + (1-\lambda)x_2,0\} \leqslant \lambda\max\{x_1,0\} + (1-\lambda)\max\{x_2,0\}$，由于 $E(x)^+ = E[\max\{x,0\}]$，故 $E(x)^+ = E[\max\{x,0\}]$ 是凸的；又因为 $y_{2t}-a+bp_t$ 关于 (y_{1t},y_{2t},p_t) 是线性的，故 $E(y_{2t}-a+bp_t)^+$ 是关于 (y_{1t},y_{2t},p_t) 联合凸的，即 $-l_t E(y_{2t}-D_{2t})^+$ 关于 (y_{1t},y_{2t},p_t) 联合凹的。同理也可以得出第四项 $-h_t E(D_{2t}-y_{2t})^+$ 也是关于 (y_{1t},y_{2t},p_t) 联合凹的。综上可知 $R_{1t}(y_{1t},p_t)$ 和 $R_{2t}(y_{2t},p_t)$ 都是关于 (y_{1t},y_{2t},p_t) 联合凹的。根据定理 1(1)可同理得到 $J_t(y_{1t},y_{2t},p_t)$ 是关于 (y_{1t},y_{2t},p_t) 的联合凹函数，$V_t(z_{1t},z_{2t})$ 也是关于 (z_{1t},z_{2t}) 的联合凹函数。故定理 1(2)成立。

定理 2 对于任意的 $t=1,\cdots,N$，模型(1)存在最优值点 (y_t^*,p_t^*)；模型(2)存在最优值点 $(y_{1t}^*,y_{2t}^*,p_t^*)$。

证明 参考柳键等[10]研究的证明过程可知，模型(1)存在最优值点 (y_t^*,p_t^*)。下面证明模型(2)存在最

优值点 $(y_{1t}^*, y_{2t}^*, p_t^*)$。对模型(2)可知，对任意的 $t=1,\cdots,N$，$\lim\limits_{y_{1t}\to\infty} J_t(y_{1t},y_{2t},p_t)=0$，$\lim\limits_{y_{2t}\to\infty} J_t(y_{1t},y_{2t},p_t)=0$。对任意的 p_t，根据纳什均衡，函数 $J_t(y_{1t},y_{2t},p_t)$ 存在最优值点 $y_{1t}^*(p_t)$ 和 $y_{2t}^*(p_t)$。又因为 p_t 有一定的取值范围，即：$p_t\in[p_{\min},p_{\max}]$。根据定理1，可知 $V_t(z_{1t},z_{2t})$ 是关于 z_t 联合凹的，因此存在最优值点 $(y_{1t}^*,y_{2t}^*,p_t^*)$，使 $(y_{1t}^*,y_{2t}^*,p_t^*)=\arg\max\limits_{y_{1t},y_{2t},p_t} J_{1t}(y_{1t},y_{2t},p_t)$。

定理3 1) 在库存共享情况下，若期初库存 $z_t\leqslant y_t^*$，则这通过订货增加到 y_t^*，并把价格定为 p_t^*，使这一期的利润达到最大；若期初库存 $z_t>y_t^*$，则不订货。

2) 在库存分开情况下，若期初库存 $z_{1t}\leqslant y_{1t}^*$，$z_{2t}\leqslant y_{2t}^*$，则通过订货增加到 y_{1t}^* 和 y_{2t}^*，并把价格定为 p_t^*，使这一期的利润达到最大；若期初库存 $z_{1t}>y_{1t}^*$，则网络渠道不订货，若期初库存 $z_{2t}>y_{2t}^*$，则传统渠道不订货。

证明 根据前面定理1和2，可由反证法证明出上面结论。

定理4 对于任意的 $t=1,\cdots,N$，模型(1)中的 $p_t^*(y_t)$ 是减函数，并且有 $p_t^*(y_t)\leqslant p_t^*$；模型(2)中的 $p_t^*(y_{1t},y_{2t})$ 也是减函数，并且有 $p_t^*(y_{1t},y_{2t})\leqslant p_t^*$。

证明 参考柳键等[10]研究的证明过程可知，模型(1)中的 $p_t^*(y_t)$ 是减函数，并且有 $p_t^*(y_t)\leqslant p_t^*$。下面证明模型(2)中的 $p_t^*(y_{1t},y_{2t})$ 也是减函数，并且有 $p_t^*(y_{1t},y_{2t})\leqslant p_t^*$。

模型(2)对 $R_{1t}(y_{1t},p_t)$ 中的前两项可以看出，分别仅为 p_t 和 y_{1t} 的函数，故前两项为下模函数。再看第三项和第四项，由前面定理1证明过程可知：$E(y_{1t}-D_{1t})^+$ 的二阶导数大于零，$E(D_{1t}-y_{1t})^+$ 的二阶导数也大于零，因此可知第三项和第四项为下模函数，因此 $R_{1t}(y_{1t},p_t)$ 为下模函数。同理也能证明 $R_{2t}(y_{2t},p_t)$ 为下模函数。令 $f(p_t,y_{1t},y_{2t})=V_t(y_{1t}-x_t,y_{2t}-a+bp_t)$，并令 $p_1>p_2$，$y_{11}>y_{21}$，$y_{12}>y_{22}$，由 $V_t(y_{1t}-x_t,y_{2t}-a+bp_t)$ 为凹函数，可知：

$$\begin{gathered}
f(p_1,y_{11},y_{21})-f(p_1,y_{12},y_{22})=V_t(y_{11}-x_t,y_{21}-a+bp_1)-V_t(y_{12}-x_t,y_{22}-a+bp_1)=\\
V_t[y_{12}-x_t+(y_{11}-y_{12}),y_{22}-a+bp_1+(y_{21}-y_{22})]-V_t(y_{12}-x_t,y_{22}-a+bp_1)\geqslant\\
V_t[y_{12}-x_t+(y_{11}-y_{12}),y_{22}-a+bp_2+(y_{21}-y_{22})]-V_t(y_{12}-x_t,y_{22}-a+bp_2)=\\
V_t(y_{11}-x_t,y_{21}-a+bp_2)-V_t(y_{12}-x_t,y_{22}-a+bp_2)=\\
f(p_2,y_{11},y_{21})-f(p_2,y_{12},y_{22})
\end{gathered}$$

因此，证明出 $J_t(y_{1t},y_{2t},p_t)$ 为下模函数，故 $p_t^*(y_{1t},y_{2t})$ 是 y_{1t},y_{2t} 的减函数，并且存在 $p_t^*(y_{1t},y_{2t})$，使 $p_t^*(y_{1t},y_{2t})\leqslant p_t^*$。

定理5 对任意的 $t=1,\cdots,N$，模型(1)存在一组最优值点 (y_t^*,p_t^*)，使零售商的利润达到最大；模型(2)中存在一组最优值点 $(y_{1t}^*,y_{2t}^*,p_t^*)$，使零售商两个渠道的利润之和达到最大。

证明：由前面定理1、2、3、4，可得出此结论。

3 数值分析

3.1 数值模拟

假设零售商每一商品的订货价格 $c=1$，库存成本 $h_t=0.2$，缺货时惩罚成本 $l_t=1$，折扣因子为 $\alpha=1$；零售商的传统渠道的需求函数为 $D_{2t}=12-2p_t$ 零售商双渠道的总需求函数为：$D_t=x_t+12-2p_t$；零售商的网络渠道的需求函数为 $D_{1t}=X_t$，假设 $\{\boldsymbol{X}_t\}$ 服从参数为 θ 的 Possion 分布，参数 θ 的先验分布服从 $\Gamma(4,1)$，且参数 θ 的密度函数为：$\pi_1(\theta)=\dfrac{\theta^3e^{-\theta}}{3!}$，$\theta\geqslant0$。根据网络渠道需求量 x_1 的值，可以得到参数 θ 的后验分布服从 $\Gamma(4+x_1,1)$，且参数 θ 的密度函数为：$\pi_2(\theta)=\dfrac{\theta^{3+x_1}2^{x_1+4}e^{-2\theta}}{(3+x_1)!}$，$\theta\geqslant0$。因此，得到第一个销售周期的分布列为 $p(x_1=n)=\dbinom{n+3}{n}\left(\dfrac{1}{2}\right)^{n+4}$，第二个销售周期的分布列为 $p(x_2=n\mid x_1)=\dbinom{n+3+x_1}{n}\left(\dfrac{2}{3}\right)^{x_1+4}\left(\dfrac{1}{3}\right)^n$。

首先研究零售商在双渠道库存共享下最优动态定价模型，对于第一个销售周期：

$$R_1(y_1,p_1)=(p_1-1)\sum_{n=0}^{100}[(n+12-2p_1)p(x_1=n)]-0.2\sum_{n=0}^{y_1-12+2p_1}[(y_1-n-12+2p_1)p(x_1=n)]-\sum_{n=y_1-11+2p_1}^{100}[(n+12-2p_1-y_1)p(x_1=n)]$$

对于第二个销售周期：

$$R_2(y_2,p_2)=(p_2-1)\sum_{n=0}^{100}[(n+12-2p_2)p(x_2=n\mid x_1)]-0.2\sum_{n=0}^{y_2-12+2p_2}[(y_2-n-12+2p_2)p(x_2=n\mid x_1)]-\sum_{n=y_2-11+2p_2}^{100}[(n+12-2p_2-y_2)p(x_2=n\mid x_1)]$$

对上面库存共享下的模型进行编程，得到最优定价、最优库存以及相对应的利润。同理，对库存分开的模型也进行如上分析，然后编程得到优定价、最优库存以及相对应的利润。本文数据是在联想一体机 Windows8 系统下，利用 Matlab 编程，根据输入不同的库存和价格，就可以得到这个价格的最优库存以及相对应的利润，进而得到图 1 和图 2。

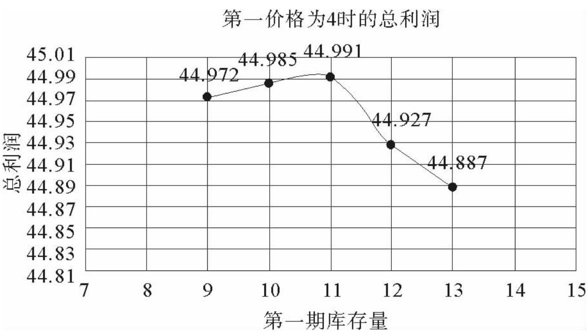

图 1　库存共享模型的库存与总利润的关系图

Fig. 1　Inventory sharing model and total profit diagram

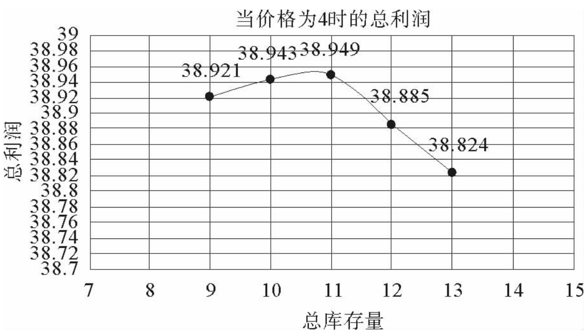

图 2　库存分开模型的库存与总利润的关系图

Fig. 2　Inventory separate stock and gross profit model of relationship diagram

由图 1 可以得到：当零售商采取双渠道库存共享时，这时候第一期的价格为 $p_1=4$，库存为 $y_1=11$，这时候零售商双渠道利润之和为 44.991。而图 2 为零售商采取双渠道库存分开的情况，在第一期价格为 $p=4$，总库存为 $y=11$ 的时候，传统渠道和网络渠道的最优库存分别为 $y_{11}=4$，$y_{21}=7$，这时候零售商双渠道利润之和为 38.949。说明在总库存相同时，库存共享时的利润大于库存分开时的利润，故零售商应该采取双渠道库存共享。

3.2　数值对比分析

根据本文的模型，从表 1 可以看出，库存共享时，零售商双渠道利润之和为 44.991；而库存分开时，零售商双渠道利润之和最大为 38.949。根据金磊等[6]研究的实例中，看出库存共享时的总利润为 1612.5，而库存分开时，只有 $n_1=20$，$n_2=60$ 时，总利润才能达到 161 2.5。

通过本文的表 1 和金磊等[6]的数值实验进行对比。相同之处：在总库存相同时，都是库存共享策略优于库存分开策略；不同之处：表 1 中库存分开时的最优利润是比库存共享时的最优利润小，而金磊等的数值实验库存分开时的最优利润和库存共享时的最优利润相等。

库存共享模型和库存分开模型之所以得到不同的结果，从数值实验上可以从表 2 得出，第一期的利润都为23.034，而第二期的利润却不相等，故两期总利润不相等。从模型上分析，金磊等的网络渠道商品为动态定价，传统渠道商品价格为定值；而本文研究的是多期双渠道商品同一动态定价，并且本文对网络渠道市场需求进行贝叶斯更新，故得到不同的结果。

表 1　库存共享和分开模型的总利润比较

Tab. 1　Comparison of the two stock inventory model with total profits

库存共享		库存分开		
总库存	利润	第一期库存量	第二期库存量	利润
11	44.991	5	6	38.438
11	44.991	6	5	38.743
11	44.991	7	4	38.949
11	44.991	8	3	37.885
11	44.991	9	2	36.773

表 2　两种库存模型总利润的比较

Tab. 2　Comparison of two stock model total profits

库存策略	价格为 4 时的利润情况表			
	第一期库存量	第一期的利润	第二期的利润总	两期总利润
库存共享模型	11	23.034	21.957	44.991
库存分开模型	(7,4)	23.034	15.915	38.949

4　结束语

本文考虑了两种模型，即双渠道库存共享模型和库存分开模型；在多期的贝叶斯更新下的需求中，考虑了双渠道需求函数下的库存问题，研究在总库存相同的情况下，零售商的传统渠道和网络渠道的库存是分开还是共用一个库存。通过数值实验证明了双渠道下库存共享策略优于库存分开策略。本文把总的需求分为两个渠道的需求，并把传统渠道的需求为价格的一次函数，而现实中还有许多其他情况；本文研究是单一商品，而在现实中销售多个可以替代的商品，这也是以后需要研究的方向。

参考文献：

[1]许传永.两层双渠道供应链的优化与协调若干问题研究[D].合肥：中国科学技术大学，2009.

[2]PARK H T K，KEH H T. Modeling hybrid distribution channels a game-theoretic analysist[J]. Journal of Retailing and Consumer Services，2003，10(3)：155-167.

[3]YAO D Q，LIU J J. Competitive pricing of mixed retail an e-tail distribution channels[J]. Omega，2005，33(1)：235-247.

[4]王虹，周晶，孙玉玲.双渠道供应链的库存与定价策略研究[J].工业工程，2011，14(4)：58-62.
WANG Hong，ZHOU Jing，SUN Yuling. Integrated pricing and inventory analysis in dual channel supply chain[J]. Industrial Engineering Journal，2011，14(4)：58-62.

[5]徐峰，侯云章，高俊.电子商务背景下制造商渠道定价与再制造策略研究[J].管理科学，2014，27(2)：74-81.
XU Feng，HOU Yunzhang，GAO Jun. A study on manufacturer's channel pricing and remanufacturing strategies based on e-commerce background[J]. Journal of Management Science，2014，27(2)：74-81.

[6]金磊，陈伯成，肖勇波.双渠道下库存与定价策略的研究[J].中国管理科学，2013，21(3)：104-112.
JIN Lei，CHEN Bocheng，XIAO Yongbo. The study on inventory and pricing strategy between on-line and physical chan nels[J]. Chinese Journal of Management Science，2013，21(3)：104-112.

[7]SCARF H E. Bayes solution of the statistical inventory problem[J]. Annals of Mathematical Statistics，1959，30(2)：490-508.

[8]WHITIN T T. Inventory control and price theory[J]. Management Science，1955，2(l)：61-80.

[9]ZHANG J L ，CHEN J. Bayesian solution to pricing and inventory control under unknown demand distribution[J]. Operations Research Letters，2006，34：517-524.

[10]柳键，罗春林.基于贝叶斯信息更新的动态库存与定价研究[J].数理统计与管理，2011，30(4)：724-730.
LIU Jian，LUO Chunlin. Dynamic inventory and pricing based on the information updated by bayes formula[J]. Journal of Applied Statistics and Management，2011，30(4)：724-730.

[11]LI Q ，ZHENG S . Joint inventory replenishment and pricing control for systems with uncertain yield and demand[J]. Operations Research，2006，54(4)：696-705.

（责任编辑：傅　游）