文章编号:1003 - 207(2008) 04 - 0084 - 06

需求信息滞后下的零售商决策与牛鞭效应分析

王伟钧[1,2] ,唐小我[1] ,倪得兵[1]

(1. 电子科技大学管理学院 ,四川 成都　610054 ,2. 成都大学信息与计算科学 ,四川 成都　610000)

摘　要:牛鞭效应是一种在企业经营中广泛存在的普遍现象 ,对企业的生产经营产生了极大的负面影响。本文考虑一个供应商和一个零售商组成的简单两级供应链系统。在这个系统中 ,首先建立在需求信息滞后情况下的零售商库存决策和混合决策(库存决策和定价决策) 模型;然后进行决策对牛鞭效应的影响分析。结果显示:在需求信息存在滞后的情况下 ,零售商最优决策的定价和订货点的期望值是确定的 ,与需求信息滞后期的长度无关;零售商的库存决策能产生牛鞭效应 ,且牛鞭效应会随需求滞后期增加而逐渐减少;零售商的混合决策能否产生牛鞭效应 ,取决于需求自相关系数的变化 ,而与需求滞后期无关 ,但随着需求滞后期会改变期变化程度。此外 ,库存决策还是混合决策 ,在需求不具有滞后时较具有滞后时牛鞭效应表现得较为为减弱;零售商的混合决策与库存决策相比 ,只有在需求的自相关系数取较小值时 ,才表现得更为强烈 ,否则会减弱。因而对于零售商而言 ,适当的需求信息滞后以及供应商对零售商的定价柔性能减少牛鞭效应。

关键词:牛鞭效应;供应链;定价决策;库存决策;滞后信息
中图分类号: F270 ; C934　　**文献标识码**:A

1　引言

在供应链管理中 ,尽管特定产品客户的需求变动不大 ,但库存和订单积压水平却沿着供应链向上变动很大[20] 。Lee H L 等称这种现象被称为牛鞭效应[3] 。订单波动能增加成本、减少运作效率 ,因此对企业而言 ,有效地管理订单波动是关键[16] 。Lee H L (2003) 认为牛鞭效应产生的原因为:需求信号处理、理性博弈、批量订单和价格波动[3] 。A. Urun Sancar 认为不准确的预测能给供应商带来牛鞭效应[1] 。Jiuh-Biing Sheu 认为需求信息的扭曲能看作牛鞭效应信息的一个主要原因 ,因为三个相关的原因: (1) 来自下游企业的有偏的需求信息; (2) 延迟的信息传递; (3) 按照下游需求作不合适的物流运作。对一个特定的时间 ,需求预测影响订单数量 ,而它的精度依赖于用在需求过程的技术的适用性。

Chen F. (2000a) 对牛鞭效应进行定量分析 ,认为需求预测和提前期是影响需求波动放大的两个重要原因[5] 。Chen F. 等(2000b) 对简单的、两级供应链(一个零售商和一个制造商) 系统进行牛鞭效应的定量分析 ,指出导致牛鞭效应的两个普遍因素:需求预测和订单的提前期 ,并扩展该结果到有和没有集中的客户需求信息多步供应链 ,表明:通过集中需求信息牛鞭效应能减少 ,但不能完全消除[6] 。Alwan 等(2003) 通过使用优化的均方误差(MSE) 预测机制 ,指出牛鞭效应依赖与下游需求过程的相关结构[1] 。Kut C. So (2003) 分析模型分析两个重要的因素:供应商的提前期和预测需求更新对牛鞭效应的影响[16] 。特别地 ,用两级供应链模型研究供应商的变化的提交提前期和外部需求相关性如何能放大供应链下游订单数量; Xiaolong Zhang (2004) 关于提前期和需求过程内在的参数 ,不同的预测方法能导致不同性质的牛鞭效应测度[23] 。Takamichi Hosoda (2006) 分析三级供应链 ,牛鞭效应由累积提前期和本地的补给提前期决定[22] 。

Xiaolong Zhang (2005) 认为信息滞后能减少订单历史的变动 ,并减少牛鞭效应[24] 。彭怡等(2006) 指出供应链上成员对终端市场需求波动的过度敏感反应是加剧供应链波动的重要原因 ,同时认为延迟信息对减弱牛鞭效应的影响只能在一定范围内 ,才会与实时信息存在这样明显的差异[26] 。

Dejonckheere 等(2002) 通过控制系统工程方法来研究牛鞭效应 ,认为下游零售商作为在需求过程

收稿日期:2007 - 08 - 09; **修订日期**:2008 - 06 - 02
基金项目:四川省科技攻关项目(04SG011 - 021)
作者简介:王伟钧(1963 -) ,男(汉族) ,成都大学信息与计算科学 ,教师 ,副教授;研究方向:供应链管理、数据仓库与数据挖掘.

和零售商的订单之间的转换者[7]。Ni Debing 等(2006)建立了供应链牛鞭效应和零售商决策的框架模型,指出零售商的两个重要行为(定价决策和库存决策)对牛鞭效应的影响[17]。并认为零售商的混合决策与库存决策相比,产生的牛鞭效应更为强烈。刘玉海等(2005)基于需求曲线的位置和性质沿着供应链由下而上逐级变化的现象给出牛鞭效应的新定义,研究了牛鞭效应的经济机理[25]。

近年来,大量的文献用预测技术对牛鞭效应的影响分析:Chen F. 等(2000a)对于一阶自相关需求过程(AR(1)),使用移动平均方法(MA)进行预测,在信息不延迟的情况下得到了牛鞭效应度量的下限[5]。Xiaolong Zhang (2004)如果使用最小均方误差技术(MMSE)、MA 和(指数平滑)ES 预测方法,对 AR(1)需求随机过程进行牛鞭效应分析,认为:在需求子相关系数为正值且远离 0 或 1 时,缩短提前期对牛鞭效应有显著的影响;在需求是 AR(1)过程同时是稳定时,MMSE 方法是优选的;如果需求结构不易表示或随时变化,那么 MA 或 ES 方法可能执行得更好。

从现有文献看出,研究信息滞后与牛鞭效应的文献(如文献[24]),较少考虑零售商定价的因素。本文文献[17]没有考虑信息滞后的因素。本文将研究在滞后需求信息情况下库存决策和混合决策(库存决策和定价决策)对牛鞭效应的影响分析[23]。但与文献[17]的最大区别在于,本文考虑了需求信息有滞后的因素,而与文献[24]没有考虑零售商的定价决策也不同。本文还把没有需求信息滞后作为信息滞后期为 0 的一个特例来考虑,而与其他文献只考虑其中一种不同。本文希望能为供应链的供应商的决策提供一些指导作用。

2　零售商的决策模型

假定考虑一个单产品、两阶段的简单供应链系统:一个零售商和一个供应商。市场的需求由零售商掌握,零售商从发出订单到收到商品的时间(即提前起 L)固定且已知。双方的行为都发生在一个无限离散的时间范围,即 $t = 0, \pm1, \pm2, \cdots$。对于市场需求假定的不确定性,大多数文献采用某种具体的随机过程(如 AR(p), ARIMA(p, q)),来描述需求量随着时间演进的性质,进而应用特定的预测方法来形成零售商对市场需求量的预期。本文采用一般性的假定[18],即用需求曲线和一个市场扰动来描述市场需求。

$$q_t = f(p_t) + \varepsilon_t \quad (t = 0, \pm1, \pm2, \cdots) \tag{1}$$

其中 p_i 和 q_i 分别为 t - 期的商品价格和需求量,ε_i 为 t - 期的市场需求的随机波动并与 p_i 不相关。

设 H_t 代表到 t 期能观察到的需求历史,则

$$H_t = \{q_{t-1}, q_{t-2}, q_{t-3}, \cdots\} \tag{2}$$

考虑一个价值最大化的零售商,当 t 期开始,它面临需求的不确定性时,它首先选择一种预测技术(如最小均方误差(MMSE)、平均移动(MA)和指数平滑(ES)等)来预测未来的需求(q_t),然后作出决策:订单数量(o_t)、定价(p_t)和最高订货点(I_t)等,紧接着,商品在提前期(L)订单商品到达。如果我们把不确定的需求和发给供应商的订单分别作为零售商的决策系统的输入和输出变量[18]。设 h、π 和 c 分别表示单位持有成本、单位短缺罚金和单位订单成本。零售商的决策可以看作需求不确定到订单变动的转移。零售价的优化定价和库存决策可由无限计划期内最大化折现利润流的期望值得到,则利润最大化问题满足

$$\max_{p_t, I_t}\left\{ E_0\left[\sum_{t=0}^{\infty}\beta^t \left(\sum_{\tau=0}^{L}\left(\beta^\tau (\hat{q}_{t+\tau} \mid H_{t-\eta}) p_{t+\tau}\right) - co_t - L_t(I_t, H_{t-\eta})\right)\right]\right\}$$

$$\text{s.t} \quad I_{t+1} = I_t - q_t + o_{i+1} \tag{3}$$

式中,β 为每期成本折扣率,$\hat{q}_{t+\tau}$ 为基于 $H_{t-\eta}$ 的 $t+\tau$ 期需求量预测值。$L_t(I_t, H_{t-\eta}) = \beta^{L}(h\max(I_t - Q_t^L, 0) + k\max(Q_t^L - I_t, 0))$,即提前期 L 后持有和短缺的折扣成本总和。$Q_t^L = \sum_{\tau=1}^{L} q_{t+\tau}$,表示提前期 L 内的总的需求量。运算符 E_0 表示基于需求实现 D_t, $t = 0, -1, -2, -3, \cdots$,在决策点 0 期的期望值。

现在许多模型能从(3)式得到:当考虑需求信息无滞后($\eta = 0$)和无提前期(L = 1)时,模型变成了文献[17]的模型;当考虑需求信息无滞后和固定产品的销售价时,用 MMSE、MA 和 ES 等预测技术和用订单点(order - up-to)策略,可以得到文献[23]的情形;当考虑需求信息有滞后时($\eta > 0$)时,固定产品的销售价,用 MMSE 预测技术和用订单点(order-up-to)策略,可以得到文献[24]模型;本文通过分析在需求信息有滞后(广义地,包括滞后为 0 和滞后不为 0)的情况下讨论滞后期对零售商定价的影响和零售商行为对牛鞭效应的影响。

3　需求信息滞后下的零售商最优库存决策和定价决策

假设市场需求是市场价格的线性函数(Kahn

J. A. ,1987)[15] :

$$q_t = a - bp_t + \varepsilon_t \quad (t = 0, \pm 1, \pm 2, \cdots) \tag{4}$$

其中, $a > 0$, $b > 0$ 。利用 Kahn 的需求模型,假设随机扰动项满足下列时间序列过程:

$$\varepsilon_t = e + d\varepsilon_{t-1} + \rho_t \tag{5}$$

其中, e 和 d 均为常数, $0 < d < 1$, ρ_t 满足独立且同分布(iidn)的均值为零、方差为 σ^2 的正态分布。类似于文献[18],为了简单起见,令提前期为 1。则在 t 期的需求为:

$$q_t = a - bp_t + \varepsilon_t = a + \frac{e(1-d^{\eta+1})}{1-d} - bp_t + d^{\eta+1}\varepsilon_{t-\eta-1} + \sum_{i=0}^{\eta} d^i \rho_{t-i} \quad (t = 0, \pm 1, \pm 2, \cdots) \tag{6}$$

为方便起见,令

$$M_t := a + \frac{e(1-d^{\eta+1})}{1-d} - bp_t ,$$

$$\varepsilon_{t,\eta} := d^{\eta+1}\varepsilon_{t-\eta-1} + \sum_{i=0}^{\eta} d^i \rho_{t-i-1} , \quad (t = 0, \pm 1, \pm 2, \cdots)$$

因此,由于本文不研究预测技术对牛鞭效应的影响,为方便起见,我们使用 MMSE 预测方法,

这时(3)能够通过下式来解出:

$$\max_{p_t, I_t} \left\{ E_0 \left[\sum_{t=0}^{\infty} \beta^t (E_{t-\eta}(q_t p_t \mid H_{t-\eta}) - c(1-\beta) - L_t(I_t, H_{t-\eta})) \right] \right\} \tag{7}$$

式中, $E_{t-\eta}(q_t p_t \mid H_{t-\eta})$ 为基于 $H_{t-\eta}$ 的期望销售额。

因而,(7)等价于下式

$$\max_{p_t, I_t} \left\{ \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t E_t \left[(a - bp_t + \frac{e(1-d^{\eta+1})}{1-d} + d^{\eta+1}\varepsilon_{t-\eta-1}) p_t - c(1-\beta) - h\max(I_t - M_t - \varepsilon_{t,\eta}, 0) - k\max(M_t + \varepsilon_{t,\eta} - I_t, 0) \right] \right\} \tag{8}$$

为方便起见,令

$A(p_t, I_t) = (8)$ 式中括弧内的表达式,则对 $\forall t$,(8)一定满足一阶条件:

$$\frac{\partial E_t[A(p_t, I_t)]}{\partial p_t} = 0 \tag{9}$$

$$\frac{\partial E_t[A(p_t, I_t)]}{\partial I_t} = 0 \tag{10}$$

而

$$E_t[A(p_t, I_t)] = (a - bp_t + \frac{e(1-d^{\eta+1})}{1-d} + d^{\eta+1}\varepsilon_{t-\eta-1}) p_t - c(1-\beta) I_t - h\int_0^{I-M_t} (I_t - M_t - \varepsilon_{t,\eta})\, dF(\varepsilon_{t,\eta}) + k\int_{I-M_t}^{\infty} (-I + M_t + \varepsilon_{t,\eta})\, dF(\varepsilon_{t,\eta})$$

其中, $F(.)$ 为 $\varepsilon_{t,\eta}$ 的概率分布函数。

因此,由(9)和(10)得,

$$(a + \frac{e(1-d^{\eta+1})}{1-d} + d^{\eta+1}\varepsilon_{t-\eta-1}) - 2bp_t - [b(h+k)F(I_t - M_t) - bk] = 0 \tag{11}$$

$$-c(1-\beta) - [(h+k)F(I_t - M_t) - k] = 0 \tag{12}$$

又因为 $\varepsilon_{t,\eta}$ 服从对 $H_{t-\eta}$ 条件的均值为 $d^{\eta+1}\varepsilon_{t-\eta-1}$,方差为 $\frac{\sigma^2}{1-d^2}$ 的正态分布,即

$$\varepsilon_{t,\eta} \mid H_{t-\eta} \sim (d^{\eta+1}\varepsilon_{t-\eta-1}, \frac{\sigma^2}{1-d^2})$$

因而,由(11)、(12)得

$$p_t^* = \frac{a(1-d) + e + [(1-d)\varepsilon_{t-\eta-1} - e] d^{\eta+1}}{2b(1-d)} + \frac{1}{2}c(1-\beta) \tag{13}$$

$$I_t^* = \frac{\sigma^2}{1-d^2}\Phi^{-1}\left[\frac{k - c(1-\beta)/\beta}{k+h}\right] + a + \frac{e(1-d^{\eta+1})}{1-d} - bp_t^* + d^{\eta+1}\varepsilon_{t-\eta-1} \tag{14}$$

当 $p_t = p$ 不变(即零售商面对客户不确定需求时,不干预市场价格)时,(13)式变为:

$$I_t^* = \frac{\sigma^2}{1-d^2}\Phi^{-1}\left[\frac{k - c(1-\beta)/\beta}{k+h}\right] + a + \frac{e(1-d^{\eta+1})}{1-d} - bp + d^{\eta+1}\varepsilon_{t-\eta-1} \tag{15}$$

我们若将 p_t^* 和 I_t^* 关于 $H_{t-\eta}$ 求期望,同时注意到 $E(\varepsilon_{t-\eta-1}) = \frac{e}{(1-d)}$,得如下性质:

性质 1 在上述条件下,

(1)零售商的最优定价值和最优订货点由(13)和(14)式给出;特别地,在零售商不干预市场价格时,则最优定价由(15)式给出。

(2)零售商的最优定价期望值为

$$E(p_t^*) = \frac{a(1-d) + e}{2b(1-d)} + \frac{1}{2}c(1-\beta)$$

(3)零售商的最优订货点期望值为

$$E(I_t^*) = \frac{\sigma^2}{1-d^2}\Phi^{-1}\left[\frac{k - c(1-\beta)/\beta}{k+h}\right] + a + \frac{e}{1-d} - bE(p_t^*) ,$$

特别地,在零售商不干预市场价格时,

$$E(I_t^*) = \frac{\sigma^2}{1-d^2}\Phi^{-1}\left[\frac{k - c(1-\beta)/\beta}{k+h}\right] + a + \frac{e}{1-d} - bp$$

从性质 1 可以看出,零售商的最优定价和订货点与滞后期 η 和随机扰动项 $\varepsilon_{t-\eta-1}$, $\varepsilon_{t-\eta-2}$, …有关。

而其关于这些扰动项的期望值则与滞后期长短无关。文献[24]并没有考虑零售商的定价因素,因而该结论为零售商的最有定价与最有订货点提供了参考。以下分别通过库存决策和混合决策(库存决策和定价决策)来分析决策对牛鞭效应的影响。

4　需求信息滞后零售商库存决策对牛鞭效应的影响

首先考虑零售商不干预定价($p_t = p$)情况。在 t 期之初,零售商预测下一期的需求扰动 $\hat{\varepsilon}_t = E_{t-\eta}(\varepsilon_t)$,这时,$q_t = a - bp + \hat{\varepsilon}_t$。接着,发出订单 o_{t+1}。最后,从(15)式可以看出:

$$o_{t+1}^I = I_{t+1}^* - I_t^* + q_t$$

因而,

$$\begin{aligned} Var(o_{t+1}^I) &= Var(d^{\eta+1}\varepsilon_{t-\eta} - d^{\eta+1}\varepsilon_{t-\eta-1} + \varepsilon_t) \\ &= d^{2(\eta+1)}Var(\varepsilon_{t-\eta}) + d^{2(\eta+1)}Var(\varepsilon_{t-\eta-1}) + Var(\varepsilon_t) - 2d^{\eta+1}d^{\eta+1}Cov(\varepsilon_{t-\eta},\varepsilon_{t-\eta-1}) + 2d^{\eta+1}Cov(\varepsilon_{t-\eta},\varepsilon_t) - 2d^{\eta+1}Cov(\varepsilon_{t-\eta-1},\varepsilon_t) \\ &= (2d^{2\eta+1} - d^{2(\eta+1)} + 1)Var(\varepsilon_{t-\eta-1}) > Var(\varepsilon_{t-\eta-1}) \end{aligned} \tag{16}$$

得牛鞭效应度量为

$$\tilde{R} = Var(o_t^{IP})/Var(\varepsilon_{t-\eta-1}) = 1 + d^{2\eta+1}(1 - d) \tag{17}$$

通过(16)、(17)式分析,可以得到如下性质:

性质 2　在零售商库存决策条件下,当需求信息存在滞后时,可以得到:

(1)在不同的信息存在滞后期,零售商的库存决策能产生牛鞭效应。

(2)牛鞭效应会随需求滞后期增加而快速减少直至接近 1;反之会增加。特别地,当无信息滞后时,牛鞭效应最大。

(3)对于确定的需求滞后期,

①当 $d < (2\eta+1)/(2\eta+2)$ 时,牛鞭效应会随 d 增加而增加;

②当 $d \geq (2\eta+1)/(2\eta+2)$ 时,牛鞭效应会随 d 增加而减小。

性质 2(1)说明,需求信息滞后与信息没有滞后一样,都会产生牛鞭效应;性质 2(2)说明需求信息滞后会减少牛鞭效应,即订单量对市场需求的过度敏感反应会加剧牛鞭效应;另外也说明,需求信息的滞后对减弱牛鞭效应的影响只能在一定的滞后期范围内,一旦超过该期以后,牛鞭效应的减弱效果将不显著。性质 2(3)说明牛鞭效应开始会随着 d 的增加而增加直到达到最大值,然后逐渐减少直至接近 1。该结论(1)和(2)与文献[24]的结论相似。这是因为在零售商库存决策时,价格不变,由(4)式和(5)式可以看出,需求过程变成了一阶自相关过程,与文献[24]类似。这里性质 2(3)则进一步研究了 d 和 η 对牛鞭效应的影响。

现在考虑在零售商的混合决策问题,我们考察决策在信息滞后的情况下对牛鞭效应的影响。从(13)式和(14)式,可以得到零售商的最优订单数 o_{t+1}^I 满足:

$$\begin{aligned} o_{t+1}^I &= I_{t+1} - I_t + q_t = -b(p_{t+1}^* - p_t^*) + d^{\eta+1}\varepsilon_{t-\eta} - d^{\eta+1}\varepsilon_{t-\eta-1} + a - bp_t^* + \varepsilon_t \\ &= -\frac{a(1-d) + e + [(1-d)\varepsilon_{t-\eta} - e]d^{\eta+1}}{2(1-d)} - \frac{1}{2}bc(1-\beta) + d^{\eta+1}\varepsilon_{t-\eta} - d^{\eta+1}\varepsilon_{t-\eta-1} + a - bp_t^* + \varepsilon_t \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Var(o_t^I) &= \left(\frac{d^{\eta+1}}{2}\right)^2 Var(\varepsilon_{t-\eta}) + d^{2(\eta+1)}Var(\varepsilon_{t-\eta-1}) + Var(\varepsilon_t) - d^{2(\eta+1)}Cov(\varepsilon_{t-\eta},\varepsilon_{t-\eta-1}) + d^{\eta+1}Cov(\varepsilon_{t-\eta},\varepsilon_t) - d^{(\eta+1)}Cov(\varepsilon_{t-\eta-1},\varepsilon_t) \\ &= \left[1 + d^{2\eta+1} - \frac{3}{4}d^{2\eta+2} - d^{2\eta+3}\right]Var(\varepsilon_{t-\eta-1}) \\ &= \left[1 + d^{2\eta+1}\left(\frac{73}{64} - \left(d + \frac{3}{8}\right)^2\right)\right]Var(\varepsilon_{t-\eta-1}) \end{aligned} \tag{18}$$

得牛鞭效应度量为

$$\tilde{R} = \frac{Var(o_t^I)}{Var(q_{t-\eta-1})} = Var(o_t^I)/Var(\varepsilon_{t-\eta-1}) = 1 + d^{2\eta+1}\left[\frac{73}{64} - \left(d + \frac{3}{8}\right)^2\right] \tag{19}$$

紧接着我们比较混合决策与库存决策的牛鞭效应度量。因为:

$$Var(o_t^{IP}) - Var(o_{t+1}^I) = \left[1 + d^{2\eta+1}\left(\frac{1}{4} - d\right)\right]Var(\varepsilon_{t-\eta-1}) \tag{20}$$

通过上述分析,即根据(19)式,并考虑(20)式,可以得到如下性质:

性质 3　在零售商混合决策条件下,当需求信息存在滞后时,可以得到:

(1)零售商的混合决策能否产生牛鞭效应只取决于随机扰动项的自相关系数 d 的变化,与滞后期无关。具体地,当 $0 < d < (\sqrt{73} - 3)/8$ 时,会产生牛鞭效应;当 $(\sqrt{73} - 3) \leq d < 1$ 时,不会产生牛鞭效应;

(2)在其它条件不变的情况下,牛鞭效应度量值

会随需求滞后期增加逐渐减少,但滞后期达到一定程度后就不显著;反之会随需求滞后期减少而逐渐增加,当无信息滞后时,牛鞭效应度量值最大。

(3) 与零售商的库存决策相比,

①当 $d < 1/4$ 时,零售商的混合决策能产生牛鞭效应,且更为强烈;

②当 $d \geq 1/4$ 时,零售商的混合决策不一定能产生牛鞭效应,即使能产生牛鞭效应,也将减弱。

该性质其实包含了需求信息滞后或不滞后情况下的零售商的决策和牛鞭效应问题。性质 3(1) 说明在零售商混合决策下,并不一定会产生牛鞭效应,这与其他文献(如[3],[5 - 6],[17],[23]等)零售商的决策不会消除牛鞭效应不同。性质 3(2) 与文献[24]类似,但这里一方面考虑零售商对价格的干预,另一方面把无信息滞后作为信息滞后期为 0 的特殊情况来考虑;另一方面也弥补了文献[17]只考虑信息没有滞后的情况。性质 3(3) 则说明零售商的混合决策与库存决策相比,只有在需求的自相关系数取较小值时,才表现得更为强烈,否则会减弱。

同时该性质还说明,牛鞭效应的大小不仅与定价决策有关,还与需求信息滞后期和需求扰动项结构有关。

5 结语

本文考虑具有唯一的供应商和唯一的零售商的供应链系统。在信息具有滞后的情况下,建立库存决策和定价决策的框架;进一步分别研究了库存决策和混合决策(库存决策和定价决策)对牛鞭效应的影响。零售商的期望最优库存决策和最优定价决策与需求信息滞后期无关,因而在有需求信息滞后时,该结论为零售商的最优定价和最优订货点提供了决策参考;在考虑与牛鞭效应的关系时,当存在需求信息滞后,零售商的库存决策能使牛鞭效应增大,而零售商的库存决策却不一定会产生牛鞭效应,只有在需求的自相关系数较小时,才会产生牛鞭效应;无论是库存决策还是混合决策,牛鞭效应会随滞后期的增加而减少,但滞后期达到一定值后,变化就不显著。反之,牛鞭效应会随滞后期的减少而增加。结果表明,在信息具有滞后时,零售商的决策对牛鞭效应的影响与无信息滞后时相似,但影响程度减少,但并不能消除牛鞭效应,因而印证了“没有消息的消息是最好的消息”。同时指出,滞后期的影响不是无限的,当达到一定值后,影响就微乎其微。另外,牛鞭效应也与滞后期和需求的扰动结构的共同作用有关。因而对供应链中的企业而言,需求信息的适当滞后以及零售商的定价柔性均能减少甚至消除牛鞭效应现象。

进一步的研究将考虑预测技术,在具有信息滞后时,不同决策对牛鞭效应的影响分析。

参考文献:

[1] A. Urun Sancar. Quantification of the Bullwhip Effect [Z]. 2003, http://www. mis. boun. edu. tr/erdem/mis517/projects - 03/urun. pdf.

[2] Alwan L. C., Liu J.J and Yao D. Q. Stochastic characterization of upstream demand processes in a supply chain[J]. IIE Transaction, 2003, 35(3): 207 - 219.

[3] Lee H L., Padmanabhan V. and Whang S. Information distribution in a supply chain: the bullwhip effect[J]. Management Science, 1997, 43(4): 546 - 558.

[4] Cachon G. P.. Managing supply chain demand variability with scheduled ordering policies[J]. Management Science, 1999, 45(6): 843 - 856.

[5] Chen F., Drezner Z., Ryan J. K. and Simchi-Levi D.. Quantifying the bullwhip effect in a simple supply chain: the impact of forecasting, lead times, and information [J]. Management Science, 2000, 46(3): 436 - 443.

[6] Chen F.. Quantifying the Bullwhip Effect in a Simple Supply Chain: The Impact of Forecasting, Lead Times, and Information[J]. Management Science, March, 2000, 46(3): 436 - 443.

[7] Dejonckheere J., Disney S. M., Lambrecht M. R. and Towill D. R.. Transfer functionanalysis of forecasting induced bullwhip in supply chain[J]. International Journal of Production Economics, 2002, 78(2): 133 - 144.

[8] Dejonckheere J., Disney S. M., Lambrecht M. R. and Towill D. R.. Measuring and avoiding the bullwhip effect: A control theoretic approach[J]. European Journal of Operational Research, 2003, 147(3): 567 - 590.

[9] Forrester J.. Industrial Dynamics[M]. MIT Press and John Wiley & Sons, Inc. New York, 1961.

[10] Fuller J. B., O'Cornor J. and Rawlinson R.. Tailored Logistics the next advantage[J]. Harvard Business Review, 1993, 71(3): 87 - 98.

[11] Gong L. T.. Methods of Dynamic Economics (Chinese edition)[M]. Peking UniversityPress, Beijing, 2002.

[12] Heung-Kyu Klm. The Cost Impact of Information Delay in a Supply Chain[J]. International Journal of Management Science, 2006, 12(1).

[13] Heyman D. and Sobel M.. Stochastic Model in Operational Research (I)[M]. McGraw Hill, New York, 1984.

[14] Jiuh-Biing Sheu. A multi-layer demand-responsive logistics control methodology for alleviating[J]. Europe-

an Journal of Operational Research ,2005 ,161 : 797 - 811.

[15] Kahn J. A.. Inventories and the volatility of production[J]. American Economic Review, 1987 ,77(4) : 667 - 679.

[16] Kut C. So, Xiaona Zheng. Impact of supplier 's lead time and forecast demand updating on retail 's order quantity variability in a two-level supply chain[J]. Int. J. production Economics ,2003 ,86 :169 - 179.

[17] Ni Debing, Tang Xiaowo, Zhouzong-fang. The Bullwhip Effect and retail 's decision: a general framework and two special cases[Z]. 2006.

[18] Rakesh R. A., and Steinberg R.. Dynamic pricing and ordering decision by a monopolist[J]. Management Science, 1992 ,38(2) : 240 - 262.

[19] Smichi-Levi, D., Kamining and managing the Supply Chain: Concepts, Strategies ,and Cases[M]. 2nd edition, McGraw - Hill ,2003.

[20] Sterman J. D.. Modeling managerial behavior: misperceptions of feedback in a dynamic decision making experiment[J]. Management Science, 1989 ,35 (3) : 321 - 339.

[21] Subrahmanyan S. and Shoemark R.. Developing optimal pricing and inventory policies for retailers who face uncertain demand[J]. Journal of retailing, 1996, 72 (1) : 7 - 30.

[22] Takamichi Hosoda., Stephen M. Disney. On variance amplification in a three-echelon supply chain with minimum mean square error forecasting[J]. Omega ,2006, 34: 344 – 358.

[23] Xiaolong Zhang. The impact of forecasting methods on the bullwhip effect[J]. Int. J. Production Economics , 2004 ,88 :15 - 27.

[24] Xiaolong Zhang. Delayed demand information and dampened bullwhip effect[J]. Operations reseach Letters ,2005 ,33 :289 - 294.

[25] **刘玉海,唐小我,倪得兵. 供应链牛鞭效应产生的经济机理研究**[J]. **电子科技大学学报**,2005 ,34(1) :137 - 140.

[26] **彭怡,朱金福. 延迟需求信息对牛鞭效应的影响分析**[J]. **商业研究**,2006 ,18(3) :93 - 95.

Retail 's Decision and the Bullwhip Effect on Delayed Demand Information

WANG Wei-jun[1,2], TANG Xiao-wo[1], NI De-bin[1]

(1. Management Schod, University of Electronics Science and Technology, Chengdu 610054, China;

2. Information and Computational Science School, Chengdu University, Chengdu 610000, China)

Abstract: The bullwhip effect, a popular phenomenon in enterprise 's business, has a very large impact on an enterprise. This paper considers a simple two-stage supply chain consisting of a single retailer and a single vendor. First, we build inventory and mixed decision (inventory and pricing decision) models for the retailer on the delayed demand information. Then we analyse the impact of decisions on the bullwhip effect. The result shows that we can get the expectation of both princing and order-up-to which have nothing as the delayed period based on retail optimal policy, and the retailer 's inventory policy can produce the bullwhip effect which will decrease as the delayed period increases when delayed demand information exists, but whether its mixed policy can produce the bullwhip effect according to the demand self correlation parameter, not the delayed period, however, it will decrease as the delayed period increases. Morever, comparing to an inventory decision, the retailer 's mixed decision will make the bullwhip effect change intensively as demand is less correlated, otherwise change weakly. Therefore, for a retailer, appropriate delayed demand information and pricing flexibility can reduce the bullwhip effect.

Key words: bullwhip effect; supply chain; pricing policy; inventory policy; delayed information