

随机需求曲线下的供应链零售商决策与牛鞭效应

王伟钧^{1,2}, 唐小我¹, 倪得兵¹

(1. 电子科技大学 管理学院, 成都 610054; 2. 成都大学 信息科学与技术学院, 成都 610000)

摘 要: 本文讨论由一个供应商和一个零售商组成的简单两级供应链系统中, 对于不同的随机需求函数, 零售商的联合决策对牛鞭效应的影响。首先建立了基于具有随机扰动项的需求函数下的零售商优化联合决策(库存决策和定价决策)的一般模型; 然后分析在随机需求函数为线性和等弹性(假设随机扰动项为独立同分布的正态分布)的情形下零售商决策对牛鞭效应的影响。对于随机线性需求函数, 牛鞭效应不会发生; 而对于随机等弹性需求函数, 仿真实验结果显示, 零售商优化联合决策能使牛鞭效应度量值随着曲线等弹性系数或刻度因子的增大而减小, 但牛鞭效应始终会发生。因此, 零售商在制定策略以减小牛鞭效应时, 还应考虑不同需求曲线的形态和精细结构。

关键词: 供应链; 定价决策; 库存决策; 牛鞭效应; 需求曲线

中图分类号: F270; C934 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-980X(2009)07-0109-05

1 文献回顾

供应链管理中普遍存在着牛鞭效应现象, 其首先被 Forrester^[1] 在 20 世纪 50 年代末发现。牛鞭效应是指, 在供应链下游通过补给订单而向上游传递的过程中需求波动不断放大的一种现象。Sterman^[2] 设计的“啤酒分销博弈”课程游戏也证明了牛鞭效应的存在。这种现象能增加供应链成本、降低运作效率, 因此对于企业而言, 有效地管理订单波动是关键。Lee 认为, 牛鞭效应产生的原因是需求信号处理、较长的提前期、理性博弈、批量订单和价格波动^[3-4], 并针对这些原因如何造成牛鞭效应及如何克服进行了深入分析, 且提出了一些有效的应对策略。市场的某个行为(如促销和打折)能引起牛鞭效应^[5], 因而零售商的决策可能是引起牛鞭效应的根源之一。企业定价过程是其能力的表现^[6], 定价能力可被看成是价值增加的过程^[6]。

从近期的文献来看, 库存决策对牛鞭效应的影响问题已得到了广泛研究。Chen 等^[7-8] 研究了市场预测、提前期和信息共享对牛鞭效应的影响。Alwan 等^[9] 通过使用优化的均方误差(mean square error, MSE)预测机制, 指出牛鞭效应依赖于下游需求过程的相关结构。Zhang^[10] 认为不同的预测方法能导致关于提前期和需求的自相关系数不同性质的牛鞭效应, 并提出提前期越长则牛鞭效应越强。

Luong^[11] 针对一阶自回归需求过程, 定量分析了提前期和自回归系数对牛鞭效应的影响机制, 并提出当自回归系数为负值时不会产生牛鞭效应, 而当自回归系数为正值时会产生牛鞭效应, 牛鞭效应会随着提前期的增加而增大。在国内, 张钦等^[12] 通过研究得出市场需求稳定状态下信息共享及交货周期是影响牛鞭效应的主要因素。

然而, 以上研究都把价格作为确定的外生变量。一般地, 当在库存定价模型中需要考虑价格-需求关系时, 经常使用任意简单的函数(特别是线性的)^[13]。Hamister 等^[5] 则研究了各期需求与前期相关时零售商的动态定价能导致高的利润并减弱需求波动。刘玉海等^[14] 基于需求曲线的位置和性质沿着供应链由下游向上游逐级变化的现象给出了牛鞭效应的新定义, 研究了牛鞭效应的经济机理。基于随机需求函数, 笔者等^[15] 研究了信息滞后和零售商决策对牛鞭效应的影响。

但是, 到目前为止, 基于不同形态需求曲线的决策对牛鞭效应的影响的研究文献仍很少。鉴于此, 本文将从随机线性需求函数和随机等弹性需求函数入手, 就零售商的决策对牛鞭效应的影响进行分析——因为这两种需求函数是在库存/定价模型中被普遍使用的数学函数^[13]。

本文所用的记号如下: L 表示订单提前期; q_t 表示 t 期市场需求, $\hat{q}_t$ 表示 t 期市场需求预测值; p_t 表

收稿日期: 2009-01-19

基金项目: 教育部科学技术研究重点项目(108112)、高等学校博士学科点专项科研基金资助课题(20060614023)、教育部科学技术研究重点项目(108112)、科技部科技基础性工作专项项目(2007FY140400)资助

作者简介: 王伟钧(1963—), 男, 江苏丹阳人, 成都大学信息科学与技术学院副教授, 电子科技大学管理学院博士研究生, 主要研究方向: 供应链管理。

示 t 期商品的市场价; o_t 表示 t 期开始零售商的订单数量; I_t 表示 t 期开始时采用订货点来计算的最高库存(order-up-to)水平; H_t 表示到 t 期能观察到的需求历史; β 为折现率; Q_t^L 表示提前期 L 内的总的市场需求; $L_t(I_t, H_t)$ 表示 t 期末持有成本和短缺成本; h 、 k 和 c 分别表示单位持有成本、单位短缺成本和单位订单成本; $E_t(\cdot)$ 表示在实现 H_t 需求历史条件下的决策点 t 期的期望值; ε_t 表示 t 期需求函数扰动项; $M(\cdot)$ 表示 ε_t 的分布函数; $\Phi(\cdot)$ 表示标准正态分布函数; B_t 和 B_e 分别表示基于具有随机扰动项的线性需求函数和等弹性需求函数下的牛鞭效应度量值。

2 零售商最优决策

假定考虑一个单产品、两阶段的简单供应链系统,即由一个零售商和一个供应商组成供应链;市场需求由零售商掌握,零售商从发出订单到收到商品的时间(即提前期 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。对于市场需求假定的不确定性,大多数研究文献采用某种具体的随机过程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的预期。本文采用一般性的假定,即用需求曲线和一个市场扰动项来描述市场需求^[12]:

$$q_t = f(p_t) + \varepsilon_t (t = 0, 1, \dots, n) \quad (1)$$

式(1)中: p_t 和 q_t 分别为 t 期的商品价格和需求量; $f(p_t)$ 为非凹函数(如线性函数或等弹性函数等凸函数); ε_t 为 t 期市场需求的随机波动项,并假设它与 p_t 不相关。设 H_t 代表到 t 期能观察到的需求历史,则:

$$H_t = \{q_0, q_1, \dots, q_t\} \quad (2)$$

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:首先,选择一种预测技术(如最小均方误差法、移动平均法和指数平滑法等)来预测未来的需求(q_t);然后,做出决策——确定订单数量(o_t)、定价(p_t)和订货点水平(I_t)等;接着,在 $t+L$ 期末收到 t 期向供应商所订的商品;最后,需求实现用现有的库存用来满足需求。如果把不确定的需求和发给供应商的订单分别作为零售商决策系统的输入变量和输出变量,那么零售商的决策可看作是需求不确定到订单变动的转移,零售价的联合决策(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,即:

$$\max_{p_t, I_t} \left\{ E_0 \left[\sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left(\sum_{\tau=0}^{L-1} \beta^\tau (q_{t+\tau} | H_t) p_{t+\tau} - c o_t - L_t(I_t, H_t) \right) \right] \right\} \quad (3)$$

s. t. $I_{t+1} = I_t - q_t + o_{t+1} \circ$

其中: $E_0[\cdot]$ 为 $t=0$ 期利润流的期望值; β 为折现率; $q_{t+\tau}^{\wedge}$ 为基于 H_t 的 $t+\tau$ 期需求量的预测值; c 为单位订单成本; $L_t(I_t, H_t) = \beta(h \max(I_t - Q_t^L, 0) + k \max(Q_t^L - I_t, 0))$, 为 t 期末持有成本和短缺成本; $Q_t^L = \sum_{\tau=0}^{L-1} q_{t+\tau}$ 表示提前期 L 内的总需求。

在式(3)中, $\sum_{\tau=0}^{L-1} \beta^\tau (q_{t+\tau}^{\wedge} | H_t) p_{t+\tau} - c o_t - L_t(I_t, H_t)$ 表示提前期 L 内零售商的预期利润,由提前期内各期的预测销售额、订单总成本以及持有与缺货成本三项运算组成。

因为本文着重研究基于不同需求曲线下的决策问题,方便起见,我们只研究没有提前期($L=1$)的情形。根据文献[14]、[15],式(3)可通过式(4)来求解:

$$\max_{p_t, I_t} \left\{ E_0 \left[\sum_{t=0}^{\infty} \beta^t ((f(p_t) + \varepsilon_{t-1}) p_t - c(1 - \beta - L_t(I_t, H_t))) \right] \right\} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} & \text{对于任何 } t, \text{ 令 } A(p_t, I_t) = (f(p_t) + \varepsilon_{t-1}) p_t - c(1 - \beta - L_t(I_t, H_t)) E[(f(p_t) + \varepsilon_{t-1}) p_t - c(1 - \beta - h \max(I_t - q, 0) - k \max(q - I_t, 0))] \\ & = (f(p_t) + \varepsilon_{t-1}) p_t - c(1 - \beta - h \int_{f(p_t)}^{f(p_t)} (I_t - f(p_t)) dH(\varepsilon) - k \int_{f(p_t)}^{\infty} (\varepsilon + f(p_t) - I_t) dH(\varepsilon)) \\ & = (f(p_t) + \varepsilon_{t-1}) p_t - c(1 - \beta - h \int_{f(p_t)}^{f(p_t)} (I_t - f(p_t)) H(I_t - f(p_t)) - \int_{f(p_t)}^{f(p_t)} \varepsilon dM(\varepsilon)) \\ & + k \left[(I_t - f(p_t))(1 - H(I_t - f(p_t))) - \int_{f(p_t)}^{\infty} \varepsilon dM(\varepsilon) \right] \end{aligned}$$

则对 $\forall t$, 式(4)一定满足一阶条件

$$\frac{\partial E_t[A(p_t, I_t)]}{\partial p_t} = 0 \quad (5)$$

和

$$\frac{\partial E_t[A(p_t, I_t)]}{\partial I_t} = 0 \quad (6)$$

可以得到,

$$\begin{aligned} & f(p_t) + p_t f'(p_t) - k f'(p_t) + \varepsilon_{t-1} [(h + k) f'(p_t) M(I_t - f(p_t))] = 0; \\ & - c(1 - \beta - (h + k) M[I_t - f(p_t)] + k = 0 \end{aligned} \quad (7)$$

则优化的 p_t^* 和 I_t^* 满足下式:

$$f(p_t^*) + (p_t^* - c(1 - \beta)) f'(p_t^*) + \varepsilon_{t-1} = 0; \quad (9)$$

$$I_t^* = M^{-1} \left[\frac{k - c(1 - \beta)}{h + k} \right] \quad (10)$$

要注意到, q_t 满足对 ε_{t-1} 的条件分布具有的正态分布,该分布的均值为 $f(p_t^*) + \mu$ 且标准差为 σ 。

因而(10)式变为

$$I_t^* = \sigma \Phi^1 \left(\frac{k - c(1 - \beta)}{h + k} \right) + f(p_t^*) + \mu. \quad (11)$$

因而,在 t 期,面对式(1)所示的市场需求函数,零售商的最优定价和最优库存水平可通过式(9)和式(11)来决定。然而,对于式(9),在很多情况下我们很难表示出关于函数 p_t^* 对于自变量 ε_{t-1} 的显性表达式。本文将基于随机线性需求函数和随机等弹性需求函数两种情形来讨论零售商行为对牛鞭效应的影响,对于前者,我们用定量的方法来研究,而对于后者,则用数值实验的方法来讨论。

3 零售商决策与牛鞭效应

因为以下重点分析基于不同需求函数的零售商决策对牛鞭效应的影响问题,所以我们假设零售商预测技术采用项数为 1 的简单移动平均法,即 $\varepsilon_{t+1} = \varepsilon_t$ 。本文将分别基于具有随机扰动项的线性需求函数和具有随机扰动项的等弹性需求函数这两种情形来讨论上述问题。

3.1 具有随机扰动项的线性需求函数情形

假设市场需求是市场价格的线性函数^[13]:

$$q_t = a - bp_t + \varepsilon_t (t = 0, 1, \dots, n). \quad (11)$$

其中, $a > 0$, $b > 0$ 。利用 Kahn 的需求模型,假设随机扰动项满足独立且同分布的均值为 μ 、方差为 σ^2 的正态分布。根据式(9)和式(10),得到对于任何 t ,零售商的优化价格和优化库存水平分别为:

$$p_t^* = \frac{a + \varepsilon_{t-1} + bc(1 - \beta)}{2b}; \quad (12)$$

$$I_t^* = \sigma \Phi^1 \left(\frac{k - c(1 - \beta)}{h + k} \right) + \mu + a - bp_t^*. \quad (13)$$

而最优订单数 o_{t+1}^l 满足 $o_t^l = I_t^* - I_{t-1}^* + q_{t-1}$ 。根据式(14)和式(15),得

$$\begin{aligned} \text{Var}(o_t^l) &= \text{Var}(I_t - I_{t-1} + q_{t-1}) = \text{Var}(-bp_t^* \\ &+ bp_{t-1}^* + a - bp_{t-1}^* + \varepsilon_{t-1}) = \text{Var}\left(\frac{1}{2}\varepsilon_t\right) = \\ &\frac{1}{4}\text{Var}(\varepsilon_{t-1}). \end{aligned}$$

$$B_l = \text{Var}(o_t^l) / \text{Var}(q_{t-1}) = \text{Var}(\alpha^l) / \text{Var}(\varepsilon_{t-1}) = \frac{1}{4}.$$

通过上述分析,可以看到:

当市场需求函数为随机正态线性需求函数时,零售商建立的最优库存决策和最优价格决策有如下性质:

①订单的牛鞭效应度量小于 1,即不存在牛鞭效应现象;②牛鞭效应度量与线性需求曲线的系数(即 a, b)无关,只与扰动项有关。

性质①说明,在零售商进行定价干预时订单的牛鞭效应不会发生。这一结论与某些研究(如文献[1]、[2]、[6]、[7]等)的结论——零售商不干预定价(价格固定)时总会发生牛鞭效应截然不同。因此,供应商对零售商的定价柔性控制能提高供应链系统的性能。同时,性质②告诉我们,牛鞭效应度量与线性需求函数的位置和方向无关。这是因为对于任意组合 (a, b) , $q_t = a - bp_t$ 代表同样的市场条件。此解释类似于文献[14]的解释。

除了线性需求函数外,另外一种普遍使用的是等弹性需求函数。以下,本文将分析具有随机项的等弹性需求函数情形下的零售商决策对牛鞭效应的影响问题。

3.2 随机等弹性需求函数情形

假设市场需求是市场价格的随机等弹性函数:

$$q_t = Kp_t^{-\alpha} + \varepsilon_t (t = 0, 1, \dots, n). \quad (15)$$

其中,刻度因子(scaling factor) K 、等弹性系数 α 均为大于 1 的正常数^[14],且假设随机扰动项满足的条件同前。因而,由式(9)和式(10)得:

$$K(p_t^*)^{-\alpha} + (p_t^* - c(1 - \beta))(-\alpha K(p_t^*)^{-\alpha-1}) + \varepsilon_{t-1} = 0; \quad (16)$$

$$I_t^* = \sigma \Phi^1 \left(\frac{k - c(1 - \beta)}{h + k} \right) + \mu + K(p_t^*)^{-\alpha}. \quad (17)$$

在式(16)中,我们看到, α 应该大于 1;否则,若 $\alpha \leq 1$,则变为 $K(1 - \alpha)(p_t^*)^{-\alpha} + \alpha(1 - \beta)(p_t^*)^{-\alpha-1} = -\varepsilon_{t-1}$ 。当 ε_{t-1} 满足均值为正时,前式不显著成立,故这里只考虑 α 大于 1 的情况。

3.2.1 牛鞭效应度量

由式(16)~式(18),零售商最优订单数 o_{t+1}^p 满足:

$$o_t^p = I_t^* - I_{t-1}^* + q_{t-1};$$

$$\begin{aligned} \text{Var}(o_t^p) &= \text{Var}(I_t - I_{t-1} + q_{t-1}) = \\ &\text{Var}[K(p_t^*)^{-\alpha} + \varepsilon_{t-1}] = K^2 \text{Var}[(p_t^*)^{-\alpha}] + \text{Var}(\varepsilon_t) \\ &+ 2KCov[(p_t^*)^{-\alpha}, \varepsilon_t]. \end{aligned}$$

故

$$B_e = \text{Var}(o_t^p) / \text{Var}(q_{t-1}) = \text{Var}(o_t^p) / \text{Var}(\varepsilon_{t-1}). \quad (18)$$

3.2.2 数值(仿真)实验

为了讨论在具有随机扰动项的等弹性曲线形状(不同的 K 值和 α 值)下零售商的优化决策对牛鞭效应(由式(16)~式(18)决定)的影响,我们采用数值实验来分析。下面将分别基于 K 固定而 α 变化和 α 固定而 K 变化这两种情况来进行分析。这里,

假设 $c=1.50, \beta=0.90, \varepsilon_i (i=0,1,2,\cdots)$ 满足独立同分布、均值为 2.00、方差为 0.20 的正态分布。具体做法是:根据该随机扰动项分布,仿真 2000 次,产生随机数,然后通过式(16)求出优化价格 p^* ,最后根据式(18)求出 B_e 值。

首先考虑 $K=20$,且等弹性系数 α 从 1.5 到 10 变化、取其间隔为 0.5 的不同值(共 18 个值),由式(18)计算出其对应的牛鞭效应度量值,见表 1。 B_e 随 α 的增大(从 1.5 增加到 10)而减小,即从 $B_e=5.247$ 逐渐减 $B_e=1.125$ 。图 1 更为直观地说明了这一点。

表 1 牛鞭效应度量值(B_e)与等弹性系数(α)的对应表 ($K=20$)

α	ε_{i-1} 均值	$Var(\varepsilon_{i-1})$	o_i^e 均值	$Var(o_i^e)$	B_e
1.5	1.998	0.200	7.868	1.052	5.247
2	1.998	0.200	4.337	0.456	2.277
2.5	1.998	0.200	3.508	0.360	1.797
3	1.998	0.200	3.119	0.318	1.584
3.5	1.998	0.200	2.891	0.293	1.463
4	1.998	0.200	2.742	0.277	1.383
4.5	1.998	0.200	2.635	0.266	1.327
5	1.998	0.200	2.556	0.258	1.286
5.5	1.998	0.200	2.495	0.251	1.254
6	1.998	0.200	2.445	0.246	1.229
6.5	1.998	0.200	2.405	0.242	1.208
7	1.998	0.200	2.372	0.239	1.190
7.5	1.998	0.200	2.343	0.236	1.176
8	1.998	0.200	2.319	0.233	1.163
8.5	1.998	0.200	2.298	0.231	1.153
9	1.998	0.200	2.279	0.229	1.143
9.5	1.998	0.200	2.263	0.227	1.134
10	1.998	0.200	2.299	0.230	1.125

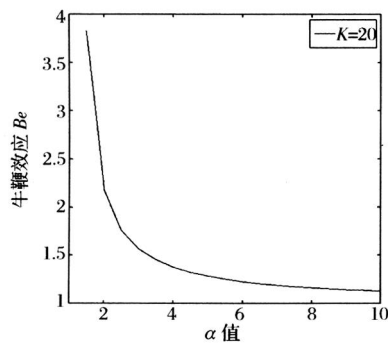


图 1 B_e 随 α 变化曲线($K=20, \alpha \in [1.5, 10]$)
从上述分析可看到:

对于具有随机扰动项(满足独立同分布的正态分布)的等弹性系数的需求函数,零售商的优化决策将使牛鞭效应度量值:

①随着等弹性系数的增大而减小,但牛鞭效应始终会发生——这与基于具有随机项的线性需求函数时该值总为 0.25(即不会发生牛鞭效应,见式(14))不同;

图 2 表明,当 α 再增大(从 10 增大到 100)时, B_e 将逐渐减小(相应地,从 1.125 减小到 1.01)。事实上,当 α 值取非常大时, B_e 单调下降并趋于 1。

其次,考虑不同 K 值。这里取 $K=20、40、60、80$ 和 100。图 3 显示了牛鞭效应与 α 的关系。可以看出,若 K 值增大,则 B_e 值减小。当 α 大于一定值(这里 $\alpha=2$)后, K 值对牛鞭效应的影响较小,如 $\alpha \geq 2$ 时,当 K 从 10 增大到 100 时,相应的 B_e 值则从 2.177 变化到 2.070,变化不显著;反之,当 $\alpha < 2$ 时, K 值的影响显著。

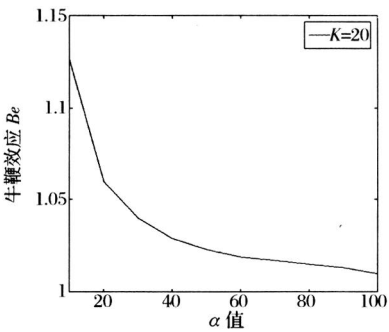


图 2 B_e 随 α 变化曲线($K=20, \alpha \in [10, 100]$)
②随着刻度因子 K 的增大而减小,在 α 大于某值(如 2)时影响较小,而小于该值时影响明显,在基于具有随机项的线性需求函数时,刻度因子对牛鞭效应度量值没有任何影响。

因而,对于不同的需求曲线形态和结构,当零售商进行联合决策时,牛鞭效应是否发生或发生程度可能是非常不同的。

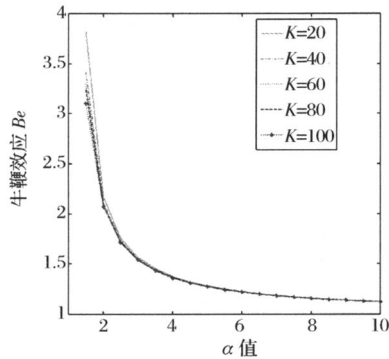


图3 B_e 随 α 变化曲线($K=20,40,60,80,100$)对照图

4 结束语

本研究显示,对于不同的市场需求函数,零售商的决策可能引起不同的牛鞭效应特征。本文考虑了具有惟一的供应商和惟一的零售商组成的简单供应链系统,建立了在随机需求信息情况下的零售商优化联合决策(库存决策和定价决策)一般模型,并进一步研究了基于不同随机需求函数(线性和等弹性函数)时零售商库存决策和联合决策对牛鞭效应的影响。研究表明:基于具有随机扰动项的线性需求函数时,零售商优化联合决策将不会发生牛鞭效应;基于具有正态分布扰动项的等弹性需求函数时,仿真实验结果表明,在零售商联合决策的情形下,牛鞭效应度量值会随等弹性系数的增大而减小,但牛鞭效应始终会发生,等弹性需求函数的刻度因子对牛鞭效应度量值的影响在弹性系数较大时不太显著,而弹性系数较小时较显著。因而,在二级供应链系统中,为了减小牛鞭效应对系统的不良影响,零售商的优化决策能减小甚至避免牛鞭效应的发生,同时还需考虑需求曲线的形态和结构。

本文也存在不足之处,如对需求函数仅考虑了线性和等弹性两种情形,而没有涉及其他情形(指数和代数需求函数)的函数,随机扰动项只考虑正态分布的简单情况,没有考虑其他(如时间序列等)复杂分布。所有这些有待于进一步的研究。

参考文献

- [1] FORRESTER J W. Industrial Dynamics[M]. New York: MIT Press and John Wiley & Sons Inc, 1961.
- [2] STERMAN J D. The beer distribution game[M]. New Jersey: Prentice Hall, 1995.

- [3] STERMAN J D. Modeling managerial behavior: misperceptions of feedback in a dynamic decision making experiment[J]. Management Science, 1989, 35(3): 321-339.
- [3] LEE H P, PADMANABHAN V, WHANG S. The bullwhip effect in Supply chains[J]. Sloan Management Review, 1997, 8(3): 93-103.
- [4] LEE H P, PADMANABHAN V, WHANG S. Information distribution in a supply chain: the bullwhip effect[J]. Management Science, 1997, 43(4): 546-558.
- [5] HAMISTER J W, SURESH N C. The impact of pricing on sales variability in a supermarket retail context[J]. International Journal of Production Economics, 2008, 111(1): 441-455.
- [6] DUTTA S, ZBARACKI M J, BERGEN M. Pricing process as a capability: a resource-based perspective[J]. Strategic Management Journal, 2003, 24: 615-622.
- [7] CHEN F, DREZNER Z, RYAN J K, et al. 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.
- [8] CHEN F. 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.
- [9] ALWAN L C, LIU J J, YAO D Q. Stochastic characterization of upstream demand processes in a supply chain[J]. IIE Transaction, 2003, 35(3): 207-219.
- [10] ZHANG X. The impact of forecasting methods on the bullwhip effect[J]. International Journal of Production Economics, 2004, 88(1): 15-27.
- [11] LUONG H T. Measure of bullwhip effect in supply chains with autoregressive demand process[J]. European Journal of Operational research, 2007, 180(3): 1086-1097.
- [12] 张钦, 达庆利, 沈厚才. 在 ARIMA(0,1,1) 需求下的牛鞭效应与信息共享的评价[J]. 中国管理科学, 2001, 9(6): 1-6.
- [13] LAU A H L, LAU H S. Effect of a demand curve's shape on the optimal solutions of a multi-echelon inventory/pricing model[J]. European Journal of Operational Research, 2003, 147: 530-548.
- [14] 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.
- [15] 王伟钧, 唐小我, 倪得兵. 需求信息滞后下的零售商决策与牛鞭效应分析[J]. 中国管理科学, 2008, 16(4): 84-89.

(下转第 120 页)

- Governance in Emerging Markets, Saints & Sinners: Who's Got Religion? [R]. CLSA Emerging Markets, 2001.
- [5] 南开大学公司治理研究中心课题组. 中国上市公司治理评价系统研究[J]. 南开管理评论, 2003, 6(3): 4-12.
- [6] 南开大学公司治理研究中心公司治理评价课题组. 中国上市公司治理指数与治理绩效的实证分析[J]. 管理世界, 2004(2): 63-74.
- [7] Governance Metrics International. Governance Metrics International Pioneering Accountability Ratings[EB/OL]. [2003-06-31]. [http://www.gmiratings.com/\(zpsvlijhrkphy3u4ttxusgvf\)/about.aspxscoring](http://www.gmiratings.com/(zpsvlijhrkphy3u4ttxusgvf)/about.aspxscoring).
- [8] Institutional Shareholder Services. White Papers on Governance by Institutional Shareholder Services, Inc. [EB/OL]. [2003 - 06 - 31]. <http://www.issproxy.com/governance/whitepapers.jsp>.
- [9] 南开大学公司治理研究中心公司治理评价课题组. 中国上市公司治理评价与指数研究——基于中国 1149 家上市公司
- 司的研究(2004 年)[J]. 南开管理评论, 2006, 9(1): 4-10.
- [10] 曾凤章, 李金林. 层次分析法在质量功能展开中的应用[J]. 中国管理科学, 1995, 3(2): 36-41.
- [11] 戴锋, 梁玲. 考虑安全性的层次分析法[J]. 中国管理科学, 2000, 8(1): 34-42.
- [12] 邓聚龙. 灰色系统理论的 GM 模型[J]. 模糊数学, 1986(2): 23-31.
- [13] 罗本成, 原魁, 睦凌, 等. 基于灰关联度评价的投资决策模型及应用[J]. 系统工程理论与实践, 2002, 22(9): 132-136.
- [14] 刘芳, 刘民, 吴澄. 基于灰色关联分析的分层模糊神经网络[J]. 系统仿真学报, 2006, 18(4): 886-889.
- [15] 孙晓东, 焦, 胡劲松. 基于灰色关联度和理想解法的决策方法研究[J]. 中国管理科学, 2005, 13(4): 63-68.
- [16] 罗党, 刘思峰. 灰色关联决策方法研究[J]. 中国管理科学, 2005, 13(1): 101-106.
- [17] 徐裕生, 史向平, 陈诚. 具有模糊约束的二层线性规划[J]. 科技咨询导报, 2007(28): 129-130.

Corporate Governance Rating and Its Grey Correlation Analysis

Yan Ruosen

(Economics and Management School, Wuhan University, Wuhan 430072, China)

Abstract : Based on integrating and perfecting the preexisting corporate governance rating systems, this paper constructs a general corporate governance rating index system which includes 8 first-class indexes, 34 second-class indexes and 122 third-class indexes, and establishes a grey correlation model of corporate governance rating, based on which, the simulation analysis of corporate governance grey rating is done. The general index system and grey correlation model of corporate governance rating given in this paper provide useful guides for both the decision-making of investors and creditors and the regulation of government, and help to improve the scientific decision-making and diagnostic control of listed companies

Key words : corporate governance rating; grey correlation model; simulation analysis

(上接第 113 页)

Retailer's Decision and Bullwhip Effect with Random Demand-curve

Wang Weijun^{1,2}, Tang Xiaowo¹, Ni Debing¹

(1. Electronic Science and Technology University, Chengdu 610054, China;

2. College of Information Science and Technology, Chengdu University, Chengdu 610000, China)

Abstract : This paper discusses the impact of retailer's decision on the bullwhip effect based on the different demand-curves with random shocks in a simple two-stage supply chain system consisting of a single retailer and a single supplier. Firstly, it builds a combined decision (pricing and inventory decision) models for the retailer with demand-curve with random shocks. Then, it analyzes the impact of decisions on the bullwhip effect. The result shows that: when market demand is linear-curve with random shocks, the retailer's optimal decision cannot make the bullwhip effect occur, and its measure has no concerns with its demand elasticity and scaling factor; however, when market demand is an iso-elastic demand function with random shocks, the bullwhip effect measure will decrease with the increasing of demand elasticity or its scaling factor, but the bullwhip effect will always occur. So retailers must consider the pattern of demand-curve and its fine structure to reduce the bullwhip effect.

Key words : supply chain; pricing decision; inventory decision; bullwhip effect; demand-curve