

文章编号: 1003-207(2006)02-0124-05

基于认知风险度量的 ISC 牛鞭效应分析

姜继娇, 杨乃定

(西北工业大学管理学院, 西安 710072)

摘要:在行为金融范式下,以 DHS(Daniel Hirshleifer Subrahmanyam)模型描述了 ISC(集成供应链)参与者的过度自信心理,建立了含有过度自信心理的 ISC 需求均衡模型;并且,从损失概率和期望损失两个角度,基于认知风险度量揭示了 ISC 牛鞭效应的作用机理。“有限理性人”更符合 ISC 系统运作的实际情形,本研究为在行为金融范式下度量 ISC 牛鞭效应提供了一种新的思路。

关键词:集成供应链;牛鞭效应;认知风险;过度自信

中图分类号:F252 文献标识码:A

1 引言

近年来,集成供应链(Integrated Supply Chain, ISC)成为供应链理论中发展最为迅猛的一个领域^[1]。20世纪90年代,国际上主要研究ISC内部的关联机制和效率,揭示ISC各个成员之间如何合作增强其竞争优势。进入21世纪以来,研究聚焦于带有信息更新的ISC协作管理领域,其中尤以“牛鞭效应”相关的研究最为典型^[2]。最初,宝洁公司(P&G)发现并命名了牛鞭效应(Bullwhip Effect),但为工业和学术界所普遍接受的牛鞭效应概念却由Lee, Padmanabhan和Whang^[3]给出。该定义中,需求的波动以过程的方差定量描述,牛鞭效应指供应链中供应商所接受的订单比终端顾客的需求具有更大的方差的现象,且这种扭曲将以放大的形式向供应链的上游传播。

实际上,早在“牛鞭效应”的概念提出以前,Forrester^[4]就发现了人的心理因素对需求决策的影响:制造商感知的需求的方差通常远大于消费者实际需求的方差;并且,这种放大效应将随着需求向上游的传播而变得更加剧烈。Sternan^[5]在著名的“MIT”啤酒游戏”研究中,也指出过度的反映出现在供应链的上游,造成系统的总费用高于执行最优化策略产

生的费用。参与者表现出一种普遍的行为:趋向于根据自己的在手库存减去未交付的需求来决定下期订单数量,然而忘记了考虑自己的在途订货。这种非理性的决策在良好管理的企业中是不允许存在的,针对在“MIT啤酒游戏”中暴露出来的非理性决策问题,Sternan^[6]提出通过培养参与者的“系统思维”来解决。

对于随后的关于牛鞭效应的研究,总体上都是对Lee, Padmanabhan和Whang^[3]工作的补充和实证。由此,也导致对ISC参与者有限理性的刻意忽略。在产生牛鞭效应的四种原因之中,“需求信号处理”描述了将需求信息应用于订单决策的过程中所发生的方差变化。其简洁的结果表明:在最理性决策下,牛鞭效应将必然出现,并且不能被完全消除;管理者能做的仅仅是采取一些补救措施,以尽可能地减小订单方差相对于需求方差的放大程度。然而,Krane和Braun^[7]研究指出,在实际行业数据中,既存在方差放大的现象(牛鞭效应),也存在方差减小的现象,更存在方差不变的现象。对此,国内学者也已展开有益探索^[8],并发现了区别于西方国家的独特规律。

从以上相关文献评述看,针对ISC牛鞭效应问题的研究具有两个典型的特点:(1)大部分的工作仍仅仅局限于定性分析、实证观察和计算仿真上,学者们仍不能从理论上清楚地解释:究竟有哪些因素,在什么样的条件下,通过什么途径诱发了牛鞭效应?(2)相关研究主要以西方市场为背景,缺乏针对中国具体背景下的研究,并且对牛鞭效应的关键引致因素之一:决策者的认知偏误和有限理性行为研究不

收稿日期:2006-06-06;修订日期:2006-01-06

基金项目:国家自然科学基金项目(70571064)

作者简介:姜继娇(1979-),男(汉族),山东巨野人,西北工业大学管理学院讲师,博士,研究方向:风险管理与行为金融。

足。因此, 直接套用西方相关理论来解释和预测我国 ISC 中的问题并不适宜。只有从决策者的角度, 探索 ISC 参与者的行为和决策心理机制, 才有助于促进牛鞭效应理论在我国 ISC 领域的应用, 从而有效防范和规避牛鞭效应的负面影响。这一研究对于 ISC 理论的发展, 特别是像我国转型经济下的新兴市场而言, 具有重要的创新意义和实践价值, 也极具挑战性。

2 ISC 参与者的过度自信心理

Fuller, O' Connor 和 Rawlinson^[9] 研究指出, 在美国年产值 3000 亿美元的食品工业中, 各成员间由于牛鞭效应而造成的无效库存竟然高达 750 亿至 1000 亿美元。因此, 牛鞭效应对 ISC 各环节的厂商都是一个要尽力避免的关键问题。尽管许多管理者对牛鞭效应均有感性认识, 但却对其存在一知半解甚至是错误的认识, McCullen 和 Towill^[10] 将这些问题归纳为十大认识误区。为了消除这些误区, 一个很重要的工作是对牛鞭效应的起因、特征以及传播规律展开深入的研究^[11]。对此, 需要从 ISC 参与者的有限理性出发, 采用恰当的模型描述决策者的过度自信心理, 建立含有过度自信心理的 ISC 认知风险度量模型, 以揭示需求决策者心理对牛鞭效应的影响机理。

Lee, Padmanabhan 和 Whang^[3] 支持经济学家的理论, 认为牛鞭效应起源于管理者追求利润最大化的“理性”决策, 并结合运作管理研究中的系统思维, 提出牛鞭效应产生的四种具体原因: 需求信号处理 (Demand Signal)、订单批量 (Order Batching)、价格波动 (Fluctuating Price) 和短缺博弈 (Shortage Game), 并针对每种情景讨论了解决策略。由此, 导致了市场中的许多异常现象, 对此在行为金融学中称为异象 (Anomaly)。这与 Akerlof^[12], Kahneman 和 Tversky^[13], Shefrin 和 Statman^[14] 的一贯努力直接相关, 并且与认知科学、脑科学和基于案例的决策理论等“有限理性”假设下的决策科学密切相关。行为金融为这一研究提供了新的分析思路以及有力的工具。

经济学家的注意力正从“不完全信息博弈”和“拍卖理论”逐渐向“行为经济学”领域持续发展, 人的心理行为因素越来越受到众多学者的高度关注。伴随着行为金融理论的发展, 投资者情绪对 ISC 的影响越来越受到重视。行为金融范式下, ISC 的需求过程并非仅由其内在因素决定, 在相当程度上

还受到参与主体行为的影响, 即参与者心理行为对需求及其变动至关重要。人的情绪因素是指很多参与者依靠一些杂讯交易的现象, Shiller^[15] 则提出另一种解释: 参与者依靠流行的评价模型进行决策的行为。作为 ISC 牛鞭效应问题中的重要组成部分, 参与者的决策行为不可避免地将受到噪音影响。并且, 他们在市场中的动态交互作用更加剧了群体行为的复杂性。

De Long, Shleifer, Summers 和 Waldmann^[16] 提出的一种噪声交易者与信息交易者彼此互动的模型, ISC 的需求过程将由理性的信息交易者与非理性的噪声交易者共同决定, 其中非理性的投资者受到情绪因素的影响, 使需求的波动性明显增加。并且, 噪声交易者和信息交易者之间的动态随机转化还将加剧问题的复杂性。基于此, Daniel, Hirshleifer 和 Subrahmanyam^[17] 又提出了一种经典的“过分自信”噪声交易者模型, 这也正是本研究描述 ISC 参与者过度自信心理的理论基点。杨春鹏等^[18] 在研究证券投资者“认知风险”度量问题时, 假设有信息投资者为风险中性, 无信息投资者为风险厌恶。但是, 实际中 ISC 参与者的风险态度往往呈现随机转换的动态特征。

3 含有过度自信心理的 ISC

需求均衡

针对 DHS 模型和杨春鹏提出的认知风险度量模型^[19], 本文引入一种两状态 Markov 链, 以描述 ISC 参与者风险态度的动态转换过程。将参与者分为“信息参与者 I ”和“噪声参与者 U ”两类, 若参与者过度估计自己对信息的准确性, 则参与者为过度自信。具体到 ISC 牛鞭效应问题中, ISC 噪声参与者 U 为过度自信类型, 信息参与者 I 类似理性交易者。

设存在 K 个参与者, 均存在状态 I 和状态 U , 各状态参与者的数量为 K_I 和 K_U , 系统整体状态可描述为一个集约变量 $x = (K_I - K_U)/K$ 。任意某一投资对象单位时间内从状态 I 转移到状态 U 的转移概率为: $\pi_{I \rightarrow U} = \mu K_U/K$; 同理, $\pi_{U \rightarrow I} = \mu K_I/K$ 。其中, μ 是一个时间比例参数, $\mu_I = (1+x)K/2$; $\mu_U = (1-x)K/2$ 。单位时间改变状态的参与者数为: $\omega_{I \rightarrow U} = (\mu K_U/K) \cdot K_I$; $\omega_{U \rightarrow I} = (\mu K_I/K) \cdot K_U$ 。当 x 为有限值时, 这一两状态 Markov 链的平衡条件为:

$$\omega(x \rightarrow x + \Delta x) P_e(x) = \omega(x + \Delta x \rightarrow x) P_e(x + \Delta x) \quad (1)$$

下标 e 表示稳态概率分布, 转移概率 $P_e(x) =$

$\mu e^{f(x)}$ 。由此可得:

$$e^{f(x+\Delta x)} - f(x) = \frac{(1-x)(1+x)}{[1-(x+\Delta x)][1+(x+\Delta x)]} \quad (2)$$

其中, $\Delta x = 2/K$, 对于足够大的 K , 取极限 $\Delta x \rightarrow 0$; 可得到一个关于 $f(x)$ 的简单微分方程: $df(x)/dx = -d \ln[(1-x)(1+x)]/dx$, 即 $U(x) = -\ln(1-x^2) + c$ 。

由此, 可得: $P_e(x) = 1/L(1-x^2)$, 其中:

$$L = \int_{-1+\varepsilon}^{1-\varepsilon} \frac{1}{(1-x)(1+x)} \quad (3)$$

这里 $\varepsilon = 2/K$ 是一个正数, 两类参与者的状态转移模型呈现双稳态特性, 将在两个均衡边界 $x \approx -1$ 和 $x \approx +1$ 之间产生转移, 初始时间 T_0 可以表示为:

$$T_0 = \sum_{x=-1+\varepsilon}^{1-2\varepsilon} \frac{1}{P_e(x) \omega(x-x+\Delta x)} \sum_{y=x+\Delta x}^{1-\varepsilon} P_e(y) \quad (4)$$

由此, 两种状态下的数量 K_I 和 K_U , 可在单位时间内以概率 $\mu e^{f(x)}$ 随机地转换状态。假设 ISC 中需求的终值为服从 $(\bar{\theta}, \sigma_\theta^2)$ 的正态随机变量 θ , 噪声参与者在接收到信息时的私人信息信号表示为: $S = \theta + \varepsilon$ 。其中, ε 服从 $(0, \sigma_\varepsilon^2)$, 信息的准确性为 σ_ε^2 。

ISC 噪声参与者 U 过低估计 ε 的方差为 σ_ε^2 , 即存在 $0 \leq \phi < 1$, 使得 $\sigma_\varepsilon^2 = \phi \sigma_\varepsilon^2$ 。其中, ϕ 表示噪声参与者的过度自信系数。 ϕ 越小, $\phi^{-1} \sigma_\varepsilon^2$ 越大; ϕ 越小表示噪声参与者对 ISC 需求信息的过度自信程度越高, 于是含有过度自信心理的 ISC 需求均衡模型为:

$$D^C = \frac{\sigma_\theta^2}{\sigma_\theta^2 + \phi \sigma_\varepsilon^2} (\theta + \varepsilon) \quad (5)$$

4 基于认知风险度量的牛鞭效应分析

根据 ISC 噪声参与者过度自信心理的需求均衡模型, 可确定 ISC 参与者在初始时刻确定需求的损失概率为: $D(D^C < C_0)$, 即 ISC 需求的终值小于初值的概率, 也是含有过度自信心理的 ISC 噪声参与者需求决策的损失概率。其中, D_0 表示 ISC 的初始需求。具体展开形式为:

$$D(D^C < D_0) = D \left[\frac{\sigma_\theta^2}{\sigma_\theta^2 + \phi \sigma_\varepsilon^2} (\theta + \varepsilon) < D_0 \right] \quad (6)$$

对此, 可进一步表示为正态密度函数的积分形式:

$$D(D^C < D_0) = D \left[\frac{(\theta + \varepsilon) - \bar{\theta}}{\sqrt{\sigma_\theta^2 + \sigma_\varepsilon^2}} \right]$$

$$< \left[\frac{\sigma_\theta^2 + \phi \sigma_\varepsilon^2}{\sigma_\theta^2} D_0 - \bar{\theta} \right] / \sqrt{\sigma_\theta^2 + \sigma_\varepsilon^2} \quad (7)$$

由于 $(\theta + \varepsilon) - \bar{\theta} / \sqrt{\sigma_\theta^2 + \sigma_\varepsilon^2}$ 服从标准正态分布, 化简可得:

$$D(D^C < D_0) = \int_{-\infty}^h \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-x^2/2} dx \quad (8)$$

$$\text{其中, } h = \left[\frac{\sigma_\theta^2 + \phi \sigma_\varepsilon^2}{\sigma_\theta^2} D_0 - \bar{\theta} \right] / \sqrt{\sigma_\theta^2 + \sigma_\varepsilon^2} \text{。至此, 只要确定相应参数, 就可以利用式(8)求得 ISC 参与者的认知风险 —— 需求决策的损失概率。并且, 由式(8)还可以得出:}$$

$$\partial D(D^C < D_0) / \partial D \phi > 0 \quad (9)$$

从另一个角度, 定义 ISC 参与者含有过度自信心理的认知风险 —— 期望损失为 $V_-^C = E(D^C - D_0)_-$, 也是 I 含有过度自信心理的 SC 噪声参与者需求决策的平均损失大小。其中, $E(\cdot)$ 表示数学期望。由认知风险的实际意义为得: $V_-^C = E(\max(0, D_0 - D^C))$, 此式可以进一步表示为:

$$V_-^C = E(\max(0, D_0 - D^C)) = \int_0^{D_0} f(u) du \quad (10)$$

其中, $f(u)$ 为过度自信均衡需求 D^C 的分布函数:

$$f(u) = \int_{-\infty}^k \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-x^2/2} dx \quad (11)$$

其中, $k = \left[\frac{\sigma_\theta^2 + \phi \sigma_\varepsilon^2}{\sigma_\theta^2} u - \bar{\theta} \right] / \sqrt{\sigma_\theta^2 + \sigma_\varepsilon^2}$ 。由此, 可得:

$$V_-^C = \int_0^{D_0} \int_{-\infty}^k \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-x^2/2} dx du \quad (12)$$

式(8)和(12)清晰反映了 ISC 参与者的认知风险(损失概率或期望损失)依赖于过度自信系数, 在其他参数既定的情况下, 随着 ISC 参与者过度自信程度的不断增大, 则参与者的认知风险将不断减小, 这与 ISC 参与者实际判断需求决策风险的结果一致。

5 仿真实验

借助于李刚和汪寿阳等^[11]提供的计算框架和仿真工具支持的图形界面, 可系统地对 ISC 噪声参与者过度自信心理导致的牛鞭效应实施仿真实验, 揭示需求信息在 ISC 中传播的规律。在统一理论框架下, 探索包容现实中观察到的牛鞭效应及其相关现象。并且, 从广度和深度两个方面对经典理论进行了扩展。然而在深度扩展方面却仍局限于标准金

融的研究范式: 即探讨最优理性决策下供应链高阶段的牛鞭效应问题, 仍然不能将ISC噪声参与者的过度自信心理因素纳入其分析范畴。因此, 在这一研究框架基础上, 本文调整了对ISC噪声参与者的理性人假设。

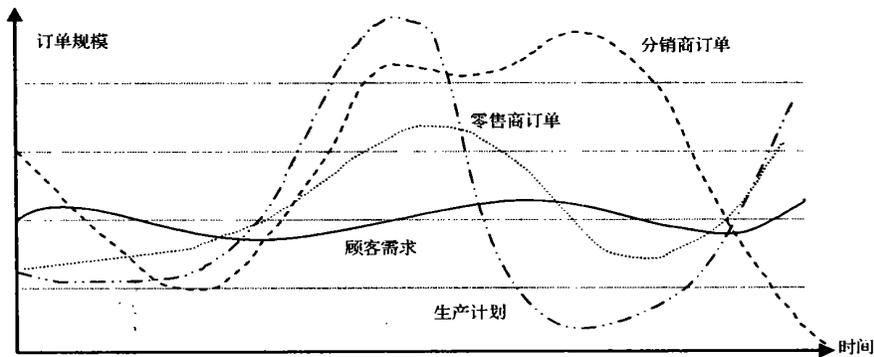
广度的扩展直至更一般形式的ARIMA形式, 它是自回归和移动平均过程的集成, 不但能够有效地表示这两个过程本身, 而且能以较少参数和简洁的符号表示这两个过程共同发挥作用的时间序列。假设 D_t 是终端客户在 t 期的需求, ε_t 为随机扰动项, 服从 $(0, \sigma^2)$ 正态分布; 多项式 $\Phi_p(B)$ 表示一个 p 阶自回归过程, $\Phi_p(B) = 1 - \phi_1 B^1 - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p$; 多项式 $\Theta_q(B)$ 为一个 q 阶移动平均过程, $\Theta_q(B) = 1 - \theta_1 B^1 - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q$; B 为后移算子, $B^j \varepsilon_t = \varepsilon_{t-j}$; ∇ 为差分算子, $\nabla D_t = D_t - D_{t-1}$; $\nabla^d = (1 - B)^d$ 。由此, ARIMA(p, d, q)需求过程为:

$$\Phi_p(B) \nabla^d (D_t - \mu) = \Theta_q(B) \varepsilon_t \quad (13)$$

其中, p 为自回归过程的阶, q 为移动平均过程的阶, d 为最初过程的第 d 阶差分; 如果 $d = 0$, 在满

足一定的条件下, μ 定义了需求回归的均值, 这个过程被称为平稳的(Stationary); 如果 $d > 0$, 需求过程将逐步偏离 μ 值, 这种过程被称为非平稳的; 如果该过程的第 d 阶差分具有稳定的均值, 则称第 d 阶差分过程是平稳的。考虑终端客户的需求是一个一般的ARIMA过程, 意味着对这个模型的参数取值不作任何强制性的约束。但是需要指出的是, 当 $d > 0$ 时, ARIMA(p, d, q)过程具有无穷大的方差, 直接比较这类过程的方差对研究牛鞭效应显然不合适。

对形式为ARIMA(p, d, q)($d > 0$)的需求过程的牛鞭效应研究总可以转化为等效的ARIMA($p, 0, q$)过程之间的方差比较。这样在仿真实验中可只考虑遵循ARIMA($p, 0, q$)形式的初始需求。应用与李刚和汪寿阳等^[11]相同的参数设置, 初始阶段需求模式为ARIMA(1, 0, 1), 初始需求过程的均值 $\mu = 1000$, 随机变量方差为 $\sigma = 50$; $\phi_{1,1} = 0.5$, $\theta_{1,1} = 0.1$ (认知风险)。保持其他的参数值不变, 通过逐步改变 $\theta_{1,1}$ 值($\phi_{1,1} > \theta_{1,1}$), 牛鞭效应始终出现在ISC的第二阶段。采用一个由顾客、零售商、分销商和生产商组成的ISC形象描述该结果(图1)。



图形源于: Mc Guffry, 电子商务与价值链管理, 1998

图1 基于认知风险度量的ISC牛鞭效应直观描述

6 结束语

有限理性人假设已经得到多学科相关学者的广泛接受, 尤其是行为金融的迅速发展及其取得的巨大成就, 促使在研究ISC问题时必须考虑参与者的心理因素, 当然牛鞭效应领域也不例外。本研究正是在行为金融范式下, 通过度量ISC噪声参与者的过度自信心理相关的风险影响, 揭示其对ISC牛鞭效应的可能影响。无论是从损失概率还是从期望损失的角度, 研究结果均与ISC噪声参与者实际判断需求决策风险的情景一致。正是由于ISC噪声参与

者的过度自信心理, 影响了对需求决策的认知风险判断, 从而导致了ISC牛鞭效应的产生。如果按照Barberis, Shleifer和Vishny^[20]的研究, 存在一个跃迁点使得ISC噪声参与者由过度反映向反映不足转换, 从而导致产生实践中的反牛鞭效应现象。由此也表明, 在行为金融范式下, 研究ISC牛鞭效应问题必将是一个充满广阔前景的新领域。

参考文献:

- [1] Tan K C. A framework of supply chain management literature [J]. European Journal of Purchasing and Supply Man-

- agement, 2001, 7(1): 39– 48.
- [2] Dejonckheere J, Disney S M, Lambrecht M R, Towill D R. Measuring and avoiding the bullwhip effect: A control theoretic approach [J]. *European Journal of Operational Research*, 2003, 147(3): 567– 590.
- [3] Lee H L, Padmanabhan V, Whang S. Information distortion in a supply chain: The bullwhip effect [J]. *Management Science*, 1997, 43(4): 546– 558.
- [4] Forrester J W. *Industrial Dynamics* [M]. Cambridge, MA: MIT Press, 1961.
- [5] Sterman J D. Modeling management behavior: Misperceptions of feedback in a dynamic decision making experiment [J]. *Management Science*, 1989, 35(3): 321– 339.
- [6] Sterman J D. Teaching Takes Off, Fight simulators for management education [J]. *OR/MS (The Institute for Operations and the Management Science) Today*, 1992, 19(5): 40– 44.
- [7] Krane S D, Braun S N. Production smoothing evidence from physical product data [J]. *Journal of Political Economy*, 1991, 99(3): 558– 581.
- [8] 罗卫, 张子刚, 欧阳胆德. 基于 DE- APIOBPCS 策略的牛鞭效应和库存方差 [J]. *中国管理科学*, 2005, 13(2): 88– 94.
- [9] Fuller J B, O' Connor J, Rawlinson R. Tailored logistics: The next advantage [J]. *Harvard Business Review*, 1993, (5): 87– 98.
- [10] McCullen P, Towill D. Diagnosis and reduction of bullwhip in supply chain [J]. *Supply Chain Management: An International Journal*, 2002, 7(3): 164– 179.
- [11] 李刚, 汪寿阳, 于刚, 阎洪. 牛鞭效应与生产平滑模型有效性问题 [J]. *管理科学学报*, 2004, 7(1): 1– 18.
- [12] Akerlof G A. The market for “lemons”: Qualitative uncertainty and the market mechanism [J]. *Quarterly Journal of Economics*, 1970, 84(3): 488– 500.
- [13] Kahneman D, Tversky A. Prospect theory: An analysis of decision making under risk [J]. *Econometrica*, 1979, 47(2): 263– 291.
- [14] Shefrin H, Statman M. Behavioral portfolio theory [J]. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 2000, 35(2): 127– 151.
- [15] Shiller R J. Stock prices and social dynamics [J]. *Brookings Papers on Economic Activity*, 1984, 2(3): 457– 498.
- [16] De Long J B, Shleifer A, Summers L, Waldmann R J. The survival of noise traders in financial markets [J]. *Journal of Business*, 1991, 64(1): 1– 20.
- [17] Daniel K, Hirshleifer D, Subrahmanyam A. Investor psychology and security market under- and overreactions [J]. *Journal of Finance*, 1998, 53(6): 1839– 1886.
- [18] 杨春鹏, 吴冲锋, 陈敏. 行为金融: 认知风险与认知期望收益 [J]. *中国管理科学*, 2005, 3(3): 15– 19.
- [19] 杨春鹏. 基于行为金融的证券投资“认知风险”度量研究 [J]. *数量经济技术经济研究*, 2004, (5): 79– 84.
- [20] Barberis N, Shleifer A, Vishny R. A model of investor sentiment [J]. *Journal of Financial Economics*, 1998, 49(3): 307– 343.

Bullwhip Effect Analysis of ISC Based on Perceived Risk Measurement

JIANG Ji- jiao, YANG Nai- ding

(Management school, Northw estern Polytechnical University, Xi' an 710072, China)

Abstract: In the paradigm of behavioral finance, here is described the overconfidence mentality of integrated supply chain (ISC) participant by DHS (Daniel– Hirshleifer– Subrahmanyam) model. Then, it forms the ISC demand equilibrium model with the overconfidence mentality, which reveals operation mechanism of ISC bullwhip effect with loss probability and prospect loss based on perceived risk measurement. Considering bounded rational of ISC practices, it' s proposed a new method for ISC bullwhip effect measurement with the behavioral finance paradigm.

Key words: integrated supply chain; bullwhip effect; perceived risk; overconfidence