

文章编号: 1006-1576 (2008) 04-0030-02

供应商管理库存供应链中牛鞭效应量化分析

徐礼富¹, 郭海峰²

(1. 沈阳理工大学 鹿森润滑技术有限责任公司, 辽宁 沈阳 110015;

2. 沈阳理工大学 信息科学与信息工程分院, 辽宁 沈阳 110168)

摘要: 考虑由一个零售商和一个制造商组成的二级供应链, 假定零售商的需求是独立均匀分布的, 根据制造商收到订货的方差与零售商面对需求方差的比值, 求得牛鞭效应量化范围的下界。与传统供应链中的牛鞭效应相比, 结果表明供应商管理库存是减弱牛鞭效应的有效策略。

关键词: 统计学; 供应链; 供应商管理库存; 牛鞭效应

中图分类号: O232.3 **文献标识码:** A

Analysis of Bullwhip Effect in VMI Supply Chain

XU Li-fu¹, GUO Hai-feng²

(1. Shenyang Lusen Lubrication Technology Co., Ltd., Shenyang Ligong University, Shenyang 110015, China;

2. College of Information Science & Engineering, Shenyang Ligong University, Shenyang 110168, China)

Abstract: A two-echelon supply chain which consists of a retailer and a manufacturer is considered. Supposing that the retailer's demands distributed independently and equably, and according to the ratio deduced by variance of the orders receipted by the manufacturer and the variance of the retailer's demands, the lower bound of the quantification scope of the bullwhip effect is solved. As a result, compared with bullwhip effect in the tradition supply chain, vendor managed inventory (VMI) is an effective strategy to restrain bullwhip effect.

Keywords: Statistics; Supply chain; Vendor managed inventory (VMI); Bullwhip effect

0 引言

供应商管理库存 (Vendor Managed Inventory, VMI) 是将多级供应链问题转变为单级库存管理问题, 通过掌控实际的销售和库存信息作为需求预测和库存补货的解决方法。故对供应商管理库存供应链中牛鞭效应的统计学量化方法进行推导和比较。

1 牛鞭效应的统计学量化方法

1.1 简单模型: 二级供应链

由文献[3], 考虑由一个零售商和一个制造商组成的二级供应链。在时间 t , 零售商观察到顾客的需求为 D_t 和零售商的库存水平, 向上游制造商发出订货量为 q_t 的订货。零售商的订货提前期为 L , 所以在周期 t 末零售商制定的订货是在周期 $t+L$ 开始时才收到。假定零售商观察到顾客需求如下:

$$D_t = \mu + \rho D_{t-1} + \varepsilon_t \quad (1)$$

其中, μ 是非负常数, ρ 是自相关系数且满足 $|\rho| < 1$ 。 ε_t 表示误差, 是随机变量, 服从 $\varepsilon_t \sim \text{IID}(0, \sigma^2)$ 。可知 $E(D_t) = \mu / (1 - \rho)$, $\text{Var}(D_t) = \sigma^2 / (1 - \rho^2)$ 。若 $\rho = 0$, 则顾客需求 D_t 的期望值和方差分别为 (μ, σ^2) 。设零售商采用 (s, S) 最小最大库存管理法, 每一周期零售商

的订货量恰好使库存水平达到目标水平。为实现这一库存策略, 零售商必须根据他所观测到的顾客需求来估计需求的期望和标准差。假设零售商使用了滑动平均预测法。在任意时间 t , 订货点 y_t 为逐日变化的顾客需求期望和标准差的估计值函数, 即:

$$y_t = L\hat{\mu}_t + z\sqrt{L}S_t \quad (2)$$

$$\text{其中, } \hat{\mu}_t = \frac{1}{p} \sum_{i=t-p}^{t-1} D_i, \quad S_t^2 = \frac{1}{p-1} \sum_{i=t-p}^{t-1} (D_i - \hat{\mu}_t)^2。$$

$\hat{\mu}_t$ 和 S_t 分别为需求期望和标准差的估计值, L 为提前间隔期 (常数), z 为保证供货的服务水准系数 (概率分布值)。 p 为估计需求的时间样本, 假设零售商向制造商发出的订货量 q_t 为长度:

$$q_t = y_t - y_{t-1} + D_{t-1} \quad (3)$$

订货量 q_t 是周期 t 的订货点与 $t-1$ 周期订货点之差, 加上 $t-1$ 周期的需求量。将式 (2) 代入式 (3):

$$q_t = (1 + \frac{L}{p})D_{t-1} - (\frac{L}{p})D_{t-p-1} + z\sqrt{L}(S_t - S_{t-1}) \quad (4)$$

取式 (4) 的方差 $\text{Var}(q_t)$, 整理后可得:

$$\text{Var}(q_t) = [1 + (\frac{2L}{p} + \frac{2L^2}{p^2})(1 - \rho^p)]\text{Var}(D) + z^2 L \text{Var}(S_t - S_{t-1}) \quad (5)$$

由于式 (5) 右端展开式的第 2 项为非负, 则:

$$\frac{\text{Var}(q_t)}{\text{Var}(D)} \geq 1 + (\frac{2L}{p} + \frac{2L^2}{p^2})(1 - \rho^p) \quad (6)$$

收稿日期: 2008-01-08; 修回日期: 2008-01-24

基金项目: 辽宁省教育厅科技计划项目 (2005W178); 沈阳市科学技术计划青年人才应用基础研究项目 (1071203-1-00)

作者简介: 徐礼富 (1974-), 男, 辽宁人, 工程师, 硕士, 从事智能优化方法、流体动力润滑的理论及试验研究。

式(6)描述牛鞭效应量化范围的下界,是牛鞭效应的近似量化,即制造商收到订货的方差与零售商面对需求方差的比值。当 $z=0$,式(6)取等号。

1.2 复杂模型:n级供应链

在传统供应链系统中,只有供应链第1级的零售商掌握最终消费者的需求信息,而其他上游各个节点企业都不知道最终消费者的需求信息,只能根据其下游节点的订货信息而不是顾客的实际需求信息来预测平均需求量。

设零售商的需求为 $D_t=\mu+\varepsilon_t$, μ 为非负常量, ε_t 为误差随机变量,服从独立均匀分布,即 $\varepsilon_t\sim\text{IID}(0,\sigma^2)$ 。供应链的节点企业,采取的订货点为 $y_t^k=L_k\hat{\mu}_t^k$, k 表示企业的节点。其中, L_k 为 k 节点企业和 $k+1$ 节点企业之间的订货提前期,滑动平均需求预测为:

$$\hat{\mu}_t^1 = \frac{1}{p} \sum_{i=t-p}^{t-1} D_i, \quad \hat{\mu}_t^k = \frac{1}{p} \sum_{i=t-p+1}^t q_i^{k-1}, \quad \forall k \geq 2$$

式中 q_t^k 是 k 节点周期 t 的订货量。

通过类似的分析,可得到以顾客需求的方差为基准的 k 阶段订货的方差值 q_t^k 的表达式如下:

$$\frac{\text{Var}(q_t^k)}{\text{Var}(D)} \geq \prod_{i=1}^k \left(1 + \frac{2L_i}{p} + \frac{2L_i^2}{p^2}\right), \quad \forall k \quad (7)$$

2 供应商管理库存供应链中牛鞭效应分析

2.1 VMI供应链牛鞭效应的统计学量化方法

在供应商管理库存供应链系统中,供应商掌控零售商的库存,零售商与供应商分享需求信息,即在每个周期内,零售商把顾客需求的信息提供给供应商。考虑只有一个零售商和一个供应商的供应商管理库存供应链,假定零售商的需求是独立均匀分布,同时零售商和供应商都使用具有 p 次观测结果的滑动平均预测技术 $\hat{\mu}_t = \frac{1}{p} \sum_{i=t-p}^{t-1} D_i$ 来估计平均需求。因此在供应商管理库存供应链系统中,每个周期零售商和供应商都拥有顾客需求方面的完全信息。

假定供应商管理库存供应链系统中双方都使用的订货点 $y_t^k = L_k \hat{\mu}_t^k$,其中, $k=1$ 表示零售商、 $k=2$ 表示供应商, L_k 表示提前期。同时假设零售商面对的需求为 $D_t=\mu+\varepsilon_t$, μ 为非负常量, ε_t 为误差随机变量,服从独立均匀分布,即 $\varepsilon_t\sim\text{IID}(0,\sigma^2)$ 。

该系统描述为:在 $t-1$ 周期期末,供应商观测到零售商的现有库存和零售商的顾客需求量是 D_{t-1} ,计算零售商在第 t 个周期的订货点为 y_t^1 ,订货量为 q_t^1 ,使零售商的库存水平提高到 y_t^1 。供应商考

虑零售商的订货量为 q_t^1 和最近的需求信息 D_{t-1} ,计算供应商的订货点为 y_t^2 ,订货量为 q_t^2 ,将其库存水平提高到 y_t^2 。通过类似分析,可得到供应商订货的方差与顾客需求的方差的比值为:

$$\frac{\text{Var}(q_t^2)}{\text{Var}(D)} \geq 1 + \frac{2(\sum_{i=1}^2 L_i)}{p} + \frac{2(\sum_{i=1}^2 L_i)^2}{p^2} \quad (8)$$

即,供应商管理库存供应链系统中牛鞭效应的表达式为:

$$F_1 = 1 + \frac{2(L_1 + L_2)}{p} + \frac{2(L_1 + L_2)^2}{p^2} \quad (9)$$

2.2 VMI供应链对牛鞭效应影响分析

参考式(7),在只有一个零售商和一个供应商的二级传统供应链中供应商订货的方差与顾客需求的方差的比值为:

$$\frac{\text{Var}(q_t^2)}{\text{Var}(D)} \geq \prod_{i=1}^2 \left(1 + \frac{2L_i}{p} + \frac{2L_i^2}{p^2}\right) \quad (10)$$

传统供应链系统中牛鞭效应的表达式为:

$$F_2 = \left(1 + \frac{2L_1}{p} + \frac{2L_1^2}{p^2}\right) \cdot \left(1 + \frac{2L_2}{p} + \frac{2L_2^2}{p^2}\right) = 1 + \frac{2(L_1 + L_2)}{p} + \frac{2(L_1 + L_2)^2}{p^2} + \frac{4L_1L_2(L_1 + L_2)}{p^3} + \frac{4L_1^2L_2^2}{p^4} \quad (11)$$

比较式(9)和式(11),很明显:

$$F_1 < F_2 \quad (12)$$

3 结束语

供应商管理库存是库存管理的一种趋势,并且这种观念将对分销渠道进行彻底改革。使得供应链的各节点企业实时动态的了解销售和库存信息,增加了供应链各方获取信息的纪实性和透明性,根据实际需求制定生产和营销计划,同时协调企业之间的行为,可有效减弱牛鞭效应。

参考文献:

- [1] Lee N., Padmanabhan S., Whang S.. Information Distortion in a Supply Chain: The Bullwhip Effect [J]. Management Science, 1997, 43 (4): 546-558.
- [2] Lee N., Padmanabhan S., Whang S.. The Bullwhip Effect in Supply Chains [J]. Sloan Management Review, 1997, 38 (3): 93-102.
- [3] Chen F., Drezner Z., Ryan J.K., Levi D.S.. 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.
- [4] Guo HaiFeng, Huang XiaoYuan. Optimization Purchase Price and the Profit Policy Under Vendor Managed Inventory [J]. Journal of Systems Engineering and Electronics, 2005, 16 (2): 321-324.
- [5] 徐礼富,郭海峰,徐家旺.产品价格不确定供应链的多目标鲁棒运作模型[J].兵工自动化,2006,25(6):34-36.