

供需中的 Hockey-stick 现象分析及对策研究^①

桂华明, 马士华

(华中科技大学, 武汉 430074)

摘要:许多公司的产品需求在连续而固定的周期会出现前低后高,即 Hockey-stick 现象,这种现象普遍存在于供应链之中并困扰着许多的企业管理者.不认为其产生的原因是公司对销售人员的周期性考评的传统观点,并以快速消费品行业为背景,通过建立模型,得出了这种现象主要是公司普遍采用的总量折扣 (Volume Discounts) 价格政策导致的结论,并提出了公司可以通过多产品组合定价等方法缓和这个问题,最后通过一个实例证实了文章的观点.

关键词: Hockey-stick 现象; 周期性考评; 总量折扣; 需求扭曲

中图分类号: F270.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-9807(2008)04-0112-13

0 引言

在供需过程中,存在一种称之为 Hockey-stick 的现象,即在某一个固定的周期(月、季或年),前期销量很低,到期末销量会有一个突发性的增长,而且在连续的周期中,这种现象会周而复始,其需求曲线的形状类似于曲棍球棒,因此被称为 Hockey-stick 现象.在许多公司里面,这种现象非常明显,其管理者甚至认为这是他们的供应链所面临的最大问题.这种现象对公司的生产和物流运作都非常不利,在期初生产和物流能力被闲置,但是在期末又会形成能力的紧张甚至短缺.

已有的文献中,较早提到这种现象的是 Lee 等^[1].他们认为公司对销售人员的周期性考评及激励政策造成了这种需求扭曲的现象.在公司的营销系统中,为了激励销售人员努力工作,通常会对他们规定一个固定的工资和一个销量的目标,如果销量超过了这个目标,就能够拿到一个奖励的佣金,超出目标越多,拿的佣金也越多.如果销量在目标以下,就只能拿一个固定的工资.陈方若教授认为因为销售人员非常聪明,他们在考核期限不到时,会看看不努力能够卖多少,如果不干就

能达到目标是最理想的.但是快到期末的时候,他们就会觉得不努力不行,如果离目标还有一定的距离,他们就会拼命干.大家都拼命干,订单就会非常多.

从行为经济学和代理理论的角度,这种理由听上去很有道理,但是如果从一个理性的角度来分析,却未必如此.首先,按照期望理论,公司设定的目标应该让大多数销售人员能够完成.公司的这种激励方式,有两个目的,一是激励销售人员努力工作,二是淘汰少数能力差的销售人员并从外部吸引到优秀的销售人才加盟公司的销售团队.因此,公司在设计方案时,设定的目标会相对适中,一般销售人员都可以完成.此外,公司会将固定工资定在一个很低的水平,从而让销售人员收入的绝大部分来自超额完成目标任务所拿的佣金,并按超额数量设计梯度等级,超额越多,相同超额数量的奖励越高.这种设计符合经济学的原理,因为销售人员只有在边际付出不大于边际收入的前提下,才会努力工作,随着销量的增加,销售相同数量产品的难度逐渐增加.因此,在这个系统里面,除了刚加盟和少数能力较差的销售人员,

收稿日期: 2005-11-29; 修订日期: 2007-11-23.

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(70672040); 国家 863 计划资助项目(2006AA04Z153); 国家自然科学基金重点资助项目(70332001).

作者简介: 桂华明(1970—),男,湖北人,博士后, Email: smilehm121@126.com.

其他人完成目标并不需要过多的努力,需要努力的是尽可能多地去销售,以拿到更多的佣金。就算公司所设目标较高,需要销售人员付出一定的努力才能够完成,聪明的销售人员也不会从期初开始观望,直到临近期末销量离目标还有一定距离时才拼命干,因为这时为时已晚,再大的努力也不行。如果不是或者主要不是对销售人员的周期性考评导致了 Hockey-stick 现象,那么,这种在供需链中普遍存在的现象,又是什么原因造成的呢?

在快速消费品行业, Hockey-stick 现象非常普遍和明显。在这个行业,销售人员一般负责某个指定区域的销售工作,区域内有几个到十几个经销商,公司对销售人员的薪资政策如上所述。此外,为了促使经销商长期更多的购买,这些公司还普遍向经销商提供一种称之为总量折扣 (volume discounts) 的价格政策,本文认为这种促销政策才是造成 Hockey-stick 现象的根源。在营销战略中,价格折扣往往被公司用来作为提高分销渠道利润和抢占市场份额的利器,在较长的时期,公司主要采用基于补货或订单批量的折扣方式 (quantity discounts),但是在近十年,基于买方在某一固定周期(月、季、年)的累计购买量的折扣方式 (volume discounts) 开始流行^[2-5]。在快速消费品行业,为了激励经销商长期更多的购买,公司主要采用总量折扣 (volume discounts) 的价格政策。

1 文献综述

Hockey-stick 现象类似于牛鞭效应,也是一种需求扭曲的现象。随着市场竞争加剧和环境的快速变化,公司通常用最新的需求信息去更新未来的需求预测,这种更新和订货政策会导致需求过程中的牛鞭效应。在这个领域,最重要的研究是 Lee 等^[6],其研究表明,在需求正相关的情况下,零售商的订单波动比其实际的销量波动要大,而且波动的幅度随着补货提前期的延长而增加。Graves^[7]研究了近视的基本库存策略 (myopic base-stock policy) 下的牛鞭效应, Kelle 和 Miline^[8]调查了 (s, S) 订货策略对需求波动的影响。Chen 等^[9,10]分析了基于不同预测方式的订货至 S 策略 (order-up-to policies) 下的牛鞭效应。

Alwan 等^[11]研究了订货至 S 策略和需求为 AR (1) 模式下的上游需求过程的结构。Lee 等^[12]定量分析了基于需求自相关和订货至 S 策略下的二级供应链中成员之间信息分享的利益。Chen^[13]对供应链中成员之间信息分享的利益进行了综述。So 和 Zhang^[14]以半导体制造业为背景,研究了制造商的提前期和预测需求更新对零售商订量波动的影响。

国内有关需求扭曲的文献,也主要是对牛鞭效应的研究。万杰等^[15]考虑了供应商的分配机制对牛鞭效应的影响,石小法等^[16]讨论了由于多重预测引起的牛鞭效应问题,张钦等^[17]分析了 ARIMA(0,1,1) 需求模式下的牛鞭效应。黄小原等^[18]分析了多层时滞系统的牛鞭效应,提出了顾客末端需求波动最差条件下 H_{∞} 控制方法以抑制牛鞭效应。刘春玲等^[19]建立了集群式供应链跨链间库存合作下的库存模型和牛鞭效应量化方法,提出实施 H_{∞} 控制和跨链间库存互补策略可以有效抑制牛鞭效应。李刚等^[20]将牛鞭效应的研究从特殊时间序列下的两阶段模型拓展到一般 ARIMA 时间序列下的多阶段模型,分析了需求信息在供应链中传播的一般规律。汪传旭^[21]分析 ARMA(1,1) 需求条件下的供应链历史订单量信息对牛鞭效应和制造商平均成本的影响。达庆利等^[22]就牛鞭效应的现象和起因以及对应策略等给出了一个相当详尽的研究综述。

以上文献在研究需求扭曲问题时,除了 Lee 等^[1],鲜有文献述及需求波动过程中的 Hockey-stick 现象。

许多文献对价格折扣进行了研究。从直觉来讲,价格折扣是为了鼓励客户购买更多的产品和在每次补货时订购更大的批量,从而使制造商降低费用,增加收入。Dolan^[23]综述了作为一种提高渠道协调和效率的机制,有关歧视定价的经济学文献和营销/管理科学文献中对批量折扣动机的分析,并对不同类型的折扣结构和原理进行了系统的论述。

从渠道协调的角度,大多数文献的研究主要集中在最优批量折扣定价策略和为了提高渠道整体利润和支出效果的批量折扣协调机制方面。Crowther^[24]通过数例分析证实了批量折扣对提高渠道协调的作用。后来的研究主要集中在固定产

品价格和需求无价格弹性的前提下,一个制造商和一个客户(或多个客户,但具有相同特征)之间基于订单批量的价格折扣模式^[25-29].研究多个客户但是固定需求的文献有 Lal 和 Staelin^[30], Kim 和 Hwang^[31], Drezner 和 Wesolowsky^[32], 和 Weng 和 Wong^[33]. 这些文献都试图从制造商的角度去研究如何决定最优的批量折扣价格,或找到提高渠道整体利益的协调机制. Parlar 和 Wang^[34], 和 Weng^[35]考虑了需求有价格弹性并只有一个客户的情况. 其它考虑需求有价格弹性的文献包括 Weng^[36], Abad^[37] 和 Chakravarty 和 Martin^[38]等.

国内研究批量折扣的文献也较多. 例如,余玉刚等^[39]研究了需求确定和一个供应商对多个同质客户的情况下,供需双方通过线性价格折扣政策的 Stackelberg 博弈模型. 姬小利和王宁生^[40]研究了基于批量折扣契约的 VMI 协调机制,分别设计了当销售价格信息为对称和不对称情况下的批量折扣契约模型. 孙会君和高自友^[41]用双层规划模型描述了供应链管理中供应商与订货商合作情况下确定数量折扣及订货量问题,并用基于差分的算法进行了求解. 艾兴政等^[42]研究了在零售市场价格上涨环境下,基于批发价格和退货折扣模式的供应链渠道协调政策. 彭作和和田澎^[43]分析了完全信息下数量折扣的合作机理,设计了一个简单可用的数量折扣. 周永务^[44]研究了在随机市场需求且供需双方拥有不对称需求信息情形下,供应商如何利用批量折扣机理来激励零售商合作从而改善供应链协调性问题.

以上文献主要研究了批量折扣的价格决策问题. 因为在一个批量折扣计划下,当客户单次的补货批量达到或超过一个最低限量时,制造商提供一个更低的价格给客户,从而获得相应的订单处理、库存管理和生产营运方面的规模效益. 但是,批量折扣保证不了客户的全年总订货量更多. 为了激励客户(特别是一些固定客户)全年订货的总量更多,一个替代的价格折扣方式 Volume Discounts 被提出,即价格折扣是基于客户在某一固定周期中的累计订货量^[3]. Munson 和 Rosenblatt^[2]研究表明,76%的被调查对象倾向于运用基于全年累计订货量而非单次批量的价格折扣方式. 同样,相关文献主要集中在对最优折扣价格和最优

批量决策的算法研究上,很少有文献评估这种价格折扣方式对渠道利益的影响,更没有文献研究其造成的需求波动及对制造商营运的危害. Parlar 和 Wang^[34] 和 Weng^[35] 研究发现,在需求有价格弹性的情况下,仅仅通过批量折扣不可能获得完美的渠道协调,在最优批量决策下的渠道总利润总是比一体化的渠道总利润要差. 这种现象也被 Munson 和 Rosenblatt^[2] 的实证研究所证实. Viswanathan 和 Wang^[45] 研究表明在需求对价格敏感时,如果卖方向零售商同时提供总量和批量折扣,渠道利益能够得到更好的协调.

2 销售人员行为对需求波动的影响

在引言中,谈到了公司为销售人员设计的激励政策,这种政策属于基于绩效表现的补偿政策(performance-based compensation plan). 其目的在于将公司销售团队中能力较差的新手淘汰掉,并吸引业务能力强的销售人才加盟公司,同时激励所有销售人员为了增加收入而不断努力学习、勤奋工作,以增加公司产品销量、扩大市场份额、提高销售团队的能力和改善他们的服务态度^[46]. 本文在引言中对这种激励机制的特点进行了分析,但为了找到这种营销系统对需求波动的影响,需要更深入的研究. 在快速消费品行业,一名销售人员会管辖比较固定的区域并负责区域内的销售工作,这个区域可能有几个到十几个经销商,公司的产品一般只给这些经销商,再由他们分销到区域内的零售商. 公司会按区域的历史销量和期望的增长率给负责该区域的销售人员确定一个底限目标,销售人员不能完成这个目标,就只能拿到一份相当于生活费的固定工资. 考虑到车辆装载批量的问题,公司会要求经销商尽可能按固定的周期订货. 销售人员为了拿到更多的佣金,从期初开始,便会鼓动经销商多订货,但这些经销商总是有自己的主意,如果公司没有相应的促销政策,除非他们所订的产品被很快分销出去,他们一般都很难以被说服. 销售人员为了完成销售任务,会在管辖的区域内去帮助经销商发展潜在的客户,并在其终端开展各种促销活动,以增加经销商的销量.

为了便于分析销售人员行为对经销商销量的影响,本文假定某销售人员所负责的区域内有甲、

乙两个经销商,公司按月根据约定的累计订货量向经销商提供返利.销售人员总是希望每个经销商都能够完成销量目标,拿到公司的返利.因为如果经销商由于销量太低完不成订货目标,拿不到返利,其赢利水平下降,可能会对公司的产品失去信心而把精力转移到其它竞争对手的产品上去.另外,销售人员也不希望区域内的销量只集中在少数几个经销商手中,因为如果出现这种情况,这些经销商会以此要挟销售人员给他们更多的优惠政策,从而使销售人员很难办.因此,如果在某订货间隔期,甲经销商的销量较多,超过了销售人员期望的销量,而乙经销商的销量较少,低于销售人员期望的销量,在下个订货间隔期,销售人员便会集中精力帮助乙经销商分销,在销售人员的行为能够对经销商的销量产生一定影响的情况下,乙经销商的销量会相应增加而甲经销商的销量可能降低,反之,销售人员又会去帮助甲经销商分销,如此周而复始.销售人员的这种行为会对经销商订货间隔期的销量产生一定影响,其影响程度的大小与经销商上期的销量负相关.但是,由于大多数客户被经销商掌控,销售人员的行为对经销商销量的影响十分有限.

为了分析销售人员的这种行为对经销商订单波动的影响,本文参照 Lee 等^[6,12]提出的模型框架,考虑由一个制造商和一个经销商组成的简单二级供应链.经销商采用周期性的订货方式,在每个订货周期 $t, t=1, 2, 3, \dots$,经销商的外部需求量为 D_t . D_t 由两部分组成,一部分为与销售行为无关的需求量 $d + \varepsilon_t$ (d 为常数,且 $d > 0$; ε_t 为均值为0、方差为 σ 的标准正态分布);另一部分为通过销售人员努力而增加的需求量,根据上述分析,取其为 ρD_{t-1} (ρ 为常数,且 $-1 < \rho < 0$).则

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

Lee 等^[6,12]认为大部分产品的销售模式都是自相关的,且自相关系数倾向于 $\rho > 0$,因为如果销售商某期实际销量较少,就会相应调低对下期需求的预测.但本文认为在销售人员的行为能够对销量产生上述影响的情况下, $-1 < \rho < 0$,且 ρ 值更接近于0.因为经销商也很聪明,与销售行为相处一段时间后,他们会清楚销售人员的意图,会根据当期的销量去理性预测下期的需求并订货.

此外,假定未满足的需求可以延期供货.订货提前期为固定的常数 $l(l \geq 0)$,经销商在 t 时期未发出订单,订货量为 Y_t ,制造商在 $t+l$ 时期未将订货送达经销商处.经销商根据观察到的需求 D_t 确定订货至 S_t (在需求 D_t 不确定时,经销商订货至的 S_t 也不确定, S_t 的变动会增加订货量 Y_t 的波动,特别是在外部需求自相关的情况下).

由文献[14]可知

$$\lim_{l \rightarrow \infty} E(D_t) = \frac{d}{1 - \rho} \quad (2)$$

并且

$$\lim_{l \rightarrow \infty} \text{Var}(D_t) = \frac{\sigma^2}{1 - \rho^2} \quad (3)$$

假定经销商的订货成本为零,以使经销商在采用订货至 S 策略时,其长期库存持有费用和延迟供货成本之和最小.则经销商在时期 t 的最佳订货至的水平 S_t 如下式(详细内容请看 Lee 等^[12]和 So 和 Zhang^[14],本节相关公式主要从文献[14]中引用)

$$S_t = m_t + z\sigma\sqrt{v} \quad (4)$$

其中,

$$m_t = E\left(\sum_{i=1}^{l+1} D_{t+i} \mid D_t\right) = \frac{d}{1 - \rho} \left\{ (l+1) - \sum_{j=1}^{l+1} \rho^j \right\} + \frac{\rho(1 - \rho^{l+1})}{1 - \rho} D_t$$

$$\text{且 } v = \text{Var}\left(\sum_{i=1}^{l+1} D_{t+i} \mid D_t\right) = \sum_{j=1}^{l+1} \left\{ \sum_{i=0}^{j-1} \rho^i \right\}^2$$

并且 $z = \Phi^{-1}[p/(p+h)]$, Φ 为准正态分布函数, h, p 分别表示经销商的单位产品库存费用和延迟供货成本.经销商在时期 t 的订货批量为

$$Y_t = D_t + (S_t - S_{t-1}) \quad (5)$$

可以看出,经销商在时期 t 的订货批量等于需求量 D_t 加上订货至的水平增量(可能为负).将式(4)代入式(5),则

$$Y_t = D_t + \frac{\rho(1 - \rho^{l+1})}{(1 - \rho)} (D_t - D_{t-1}) \quad (6)$$

从上式可以看出, $Y_t < 0$ 是可能的,但是在 σ 比 d 显著小的时候,这种情况出现的概率可以忽略不计.

将式(1)代入式(6),可以得到

$$\text{Var}(Y_t) = \text{Var}\left\{ D_t + \frac{\rho(1 - \rho^{l+1})}{(1 - \rho)} (D_t - D_{t-1}) \right\}$$

$$= \text{Var} \left\{ (d + \rho D_{t-1} + \varepsilon_t) + \frac{\rho(1 - \rho^{l+1})}{(1 - \rho)} \times [(d + \rho D_{t-1} + \varepsilon_t) - D_{t-1}] \right\}$$

$$= \text{Var} \left\{ \frac{(1 - \rho^{l+2})}{(1 - \rho)} (d + \varepsilon_t) + \rho^{l+2} D_{t-1} \right\}$$

因为 ε_t 和 D_{t-1} 无相关性, 由此可得经销商订货量的方差

$$\lim_{l \rightarrow \infty} \text{Var}(Y_t) = \left(\frac{1 - \rho^{l+2}}{1 - \rho} \right)^2 \sigma^2 + (\rho^{l+2})^2 \frac{\sigma^2}{1 - \rho^2} \quad (7)$$

当 $\rho = 0$ 时, 表示销售人员的行为对经销商的销量没有影响; 当 ρ 值趋近 -1 时, 表示销售人员对经销商销量的影响逐步增加. 且当 $\rho = 0$ 时, 经销商的需求服从正态分布, 从式 (6) 可以得到

$Y_t = D_t$, 此时经销商最佳订货至的库存水平将保持恒定. 在这种情况下, 经销商只简单地下订单去补充每个周期中的外部需求.

因此, 当 $\rho = 0$ 时,

$$\lim_{l \rightarrow \infty} \text{Var}(Y_t) = \lim_{l \rightarrow \infty} \text{Var}(D_t) = \frac{\sigma^2}{1 - \rho^2} = \sigma^2 \quad (8)$$

当 $-1 < \rho < 0$ 时,

由式 (7) 可得

$$\lim_{l \rightarrow \infty} \text{Var}(Y_t) = \left[\frac{2\rho^{2l+4} - 2\rho^{l+3} - 2\rho^{l+2} + \rho + 1}{(1 - \rho)(1 - \rho^2)} \right] \sigma^2 \quad (9)$$

在 $-1 < \rho < 0$ 时, 经销商订货量的方差不总是 ρ 的单调增函数或单调减函数, 如图 1.

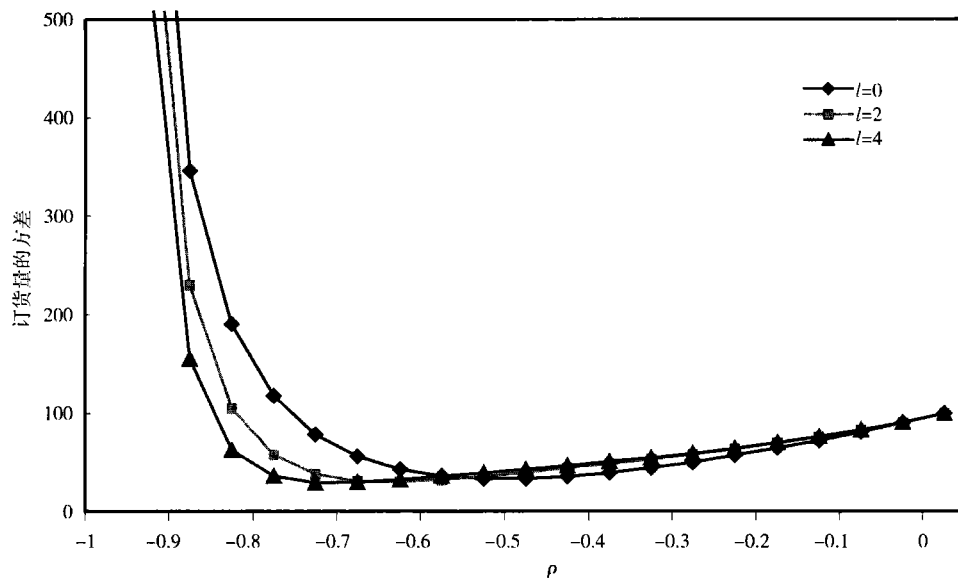


图 1 在 $-1 < \rho < 0$ 时经销商订货量的方差变化 (σ^2 为 100)

Fig. 1 Order quantity variability of dealer for $-1 < \rho < 0$ ($\sigma^2 = 100$)

当 $\rho = 0$ 时, 经销商订货量的方差为 σ^2 . 从 $\rho = 0$ 开始, 随着 ρ 减小, 经销商订货量的方差缓慢减小, 当 ρ 趋近于 -1 时, 经销商订货量的方差显著增大. 当经销商的订货提前期 $l = 0$ 时, 这种趋势不变. 在分析销售人员行为时, 虽然本文认为销售人员能够通过销售终端的一些促销活动影响经销商的销量, 但这种影响并不是很显著, 所以, ρ 不可能趋近于 -1 . 因此, 从以上分析来看, 销售人员的行为可能减少客户订单需求的波动, 公司对销售人员的周期性考评也不是产生 Hockey-stick 现象的真正原因.

3 总量折扣时的经销商购买行为对需求波动的影响

在快速消费品行业, 公司在经销商完成一个基本的月累计订货目标以后, 会按经销商的月累计订货量给经销商相应的返利. 这种政策, 有利于激励经销商长期更多地从公司订货, 并占用经销商的资金和库存空间, 抢占竞争对手的市场份额. 在这个行业的经销商, 为了充分利用客户资源和实现商品配送的规模经济, 一般会同时经营多家

公司的同类产品. 这些公司为了挤兑对方, 在中间渠道激烈竞争和相互博弈, 针对经销商的促销方式也多种多样 (基本上都是价格折扣的某种具体形式), 但最终会出现一种稳态, 促销政策也趋于雷同, 大家会共同遵守某一底限政策, 谁也不轻易去突破这个底限, 因为一旦突破, 将招致竞争对手更大力度的促销, 从而使双方利益受损而让经销商渔翁得利. 因此, 虽然公司运用了总量折扣计划, 但并不一定能够真正促进终端需求的增加, 但是如果不用, 又会将市场拱手让给其它竞争对手.

为了便于分析, 作如下假设并规定相应符号:

- 1) 每月经销商采用定期订货法, 订货周期为 $t, t = 1, 2, 3, \dots, n$;
- 2) 在固定的订货间隔期, 经销商的外部需求为 d ;
- 3) 经销商的订货提前期为 0;
- 4) 单位产品的每月库存持有费用和每次订货费用分别为 h 和 s , 未售出单位产品的损失为 k ;
- 5) 每月累计订货量大于或等于 $M (M \geq D, D = nd)$ 时, 制造商按累计订货量提供给经销商的单位产品返利为 v .

在前面分析销售人员行为对需求波动的影响时, 本文假定经销商根据前期的销量来预测当期销量 ($D_t = d + \rho D_{t-1} + \varepsilon_t$). 考虑到快速消费品在相同季节的终端需求较为稳定, 又前面假设中的 σ 比 d 显著小, 且 ρ 趋近于 0, 为了简化计算和便于分析, 在此取 $D_t = d$. 基于同样的目的, 本文只考虑订货提前期为 0 的情况. 由于本部分旨在分析制造商向经销商提供总量折扣政策时, 经销商的投机行为所造成的订单需求波动, 以上处理对分析结论没有影响.

在不考虑价格折扣时, 经销商每次的订货量为 d . 从某一个考核周期开始, 当经销商在期初订货时, 会按 d 的批量进行, 在期末最后一次订货时, 经销商需要考虑要不要增加订量, 从而使其月累计订货量大于或等于 M 而拿到返利. 如果增加订货量, 超过需求的部分会作为库存在下一个连续的周期销售, 直到卖完后再重新开始订货. 下期末的时候, 同样的问题又需要经销商去考虑. 这样, 在每一个考核周期, 与正常订货相比, 经销商为了拿到返利, 需要承担更多的库存费用和未售出产品的损失, 但其订货费用会有所减少. ΔH 和

ΔS 分别表示经销商增加的库存费用和减少的订货费用. 如果经销商要想拿到返利, 其周期内最后一一次的订货量必须 $\geq M - (n-1)d + d$, 考虑到运输批量问题, 假定经销商的订货批量为 $(m+1)d$ (其中 m 为非负的整数).

由以上假设可知, 经销商在订货间隔期的单位产品库存持有费用为 h/n . 在没有总量折扣政策时, 在每个订货间隔期, 经销商订货量为 d , 库存持有费用为 $\frac{d}{2} \times \frac{h}{n}$, $m+1$ 个订货间隔期内经销商的库存持有费用为 $\frac{d}{2} \times \frac{h}{n} \times (m+1)$. 当制造商向经销商提供总量折扣政策时, 如果经销商当月最后一一次的订货批量调整为 $(m+1)d$, 则在月末前最后一次到货至下月初的共计 $m+1$ 个订货间隔期内, 经销商的库存持有费用为 $\frac{(m+1)d}{2} \times \frac{h}{n} \times (m+1)$. 由此可得,

$$\Delta H = \frac{m(m+1)}{2n} dh \quad (10)$$

制造商向经销商提供总量折扣政策时, 如果当月经销商最后一一次的订货批量调整为 $(m+1)d$, 则在下月初, 经销商上月期末库存量为 md (为当月增加的订货量), 等于其下月期初 m 个订货间隔期的需求量. 为了不增加库存费用, 经销商会待期末库存产品售完后, 再进行正常补货. 因此与期末不增加订货量的情况 (期末库存量为 0) 相比, 经销商下月的订货次数会减少 m 次. 由此可得,

$$\Delta s = ms \quad (11)$$

经销商增加订货量的条件为

$$[(m+n)dv - mdk] + \Delta S \geq \Delta H \quad (12)$$

取 $d = D/n$, 并将式 (10) 和 (11) 代入 (12), 可解得

$$0 \leq m \leq \left[\frac{n(v-k)}{h} + \frac{n^2 s}{Dh} - \frac{1}{2} \right] + \sqrt{\frac{2n^2 v}{h} + \left[\frac{n(v-k)}{h} + \frac{n^2 s}{Dh} - \frac{1}{2} \right]^2} \quad (13)$$

$$(m+n) \times \frac{D}{n} \geq M \quad (14)$$

由式 (13) 和 (14) 可得 m 的取值范围为

$$n\left(\frac{M}{D} - 1\right) \leq m \leq \left[\frac{n(v-k)}{h} + \frac{n^2 s}{Dh} - \frac{1}{2} \right] +$$

$$\sqrt{\frac{2n^2v}{h} + \left[\frac{n(v-k)}{h} + \frac{n^2s}{Dh} - \frac{1}{2}\right]^2} \quad (15)$$

只要 m 存在, 经销商便会在考核周期采取这种订货方式, 从而造成制造商出库产品的 Hockey-stick 现象, 如图 2. 此外, 经销商超过外部需求的订量将逐步转移到下一个考核周期, 在计算下周期的 m 值时, 对不等式中的 D 值需要作相应调整后再计算 (如果期末增加 $\frac{m}{n}D$ 的订量, 这部分订量将转移到下一个考核周期销售, 相当于下期的需求减少了 $\frac{m}{n}D$). 由式 (15) 可知, 随着 D 值减小, m 的上限值和下限值都相应增大, 但在实际运作过程中, 经销商每次的订货费用 s 远小于公司向经销商提供折扣的目标订量 M , m 的下限值的增大幅度大于其上限值的增大幅度 (如果不考虑经销商的订货费用, m 的上限值的大小与 D 值无关). 因此, 随着 D 值减小, m 的取值范围在连续的周期会相应缩小, 直到 m 不存在的周期, 经销商将放弃获取返利的机会. 随着期末经销商放弃订更多的货, 下期的 D 值增大, m 的取值范围相应扩大, 在 m 存在时, 经销商又会在期末增加订量. 因此, 从单个经销商的连续订货周期来看,

Hockey-stick 现象会出现中断. 但是从制造商的角度来看, 因为有很多的经销商, 他们的订货规律不同步, 制造商的出货并不受这种中断的影响, 所以在每个连续的考核周期都会存在明显的 Hockey-tick 现象.

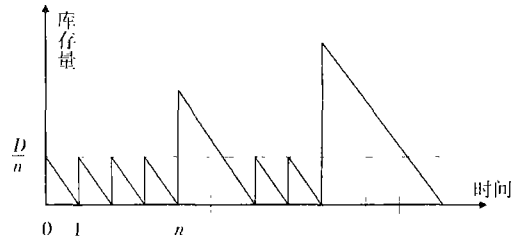


图2 经销商期末一次增加订量的库存变化

Fig. 2 Change of stock quantity when dealer increases order quantity once at the end of every period

但有另外一个问题, 即经销商在外部需求一定的情况下, 为什么不在期间的每次订货时均匀增加其订量. 图 3 描述了这种情形下经销商的库存变化. 通过计算不难得到, 与期末一次性增加订量相比, 经销商每次订货时均匀增加订量的库存持有费用将增加 $\frac{m(n+1)D}{2n^2}h$, 如果制造商对其没有额外的补偿, 他们是不会这样做的.

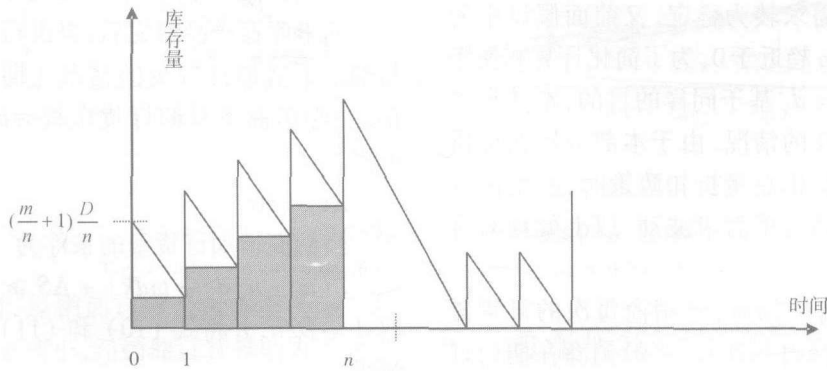


图3 经销商每次订货均匀增加订量的库存变化

Fig. 3 Change of stock quantity when dealer increases order quantity equally in each time

4 解决 Hockey-stick 问题的方法

Hockey-stick 现象的存在, 给公司的生产和物流运作带来很多负面的影响. 在这种情况下, 公司在每个考核周期的期初几乎收不到经销商的订

单, 而在临近期末的时候订量又大幅增加. 在快速消费品行业, 一般采用 MTS (Made to Stock) 的生产模式, 为了平衡生产能力, 公司必须按每月的最大库存量而非平均库存量建设或租用仓库, Hockey-stick 现象使公司的库存费用比需求均衡时高很多. 此外, 这种现象使公司大量的订单处

理、物流作业人员和相关设施、车辆在期初时闲置,而在期末,大家手头的工作又太多,拼命加班也处理不完,厂内搬运和运输的车辆不停运转,但有时还是短缺,从而不得不从外部寻求支援.这种情况不仅使公司增加更多的加班和物流费用,而且工作人员的差错率增加,送货延误的情况也时有发生,公司的服务水平显著降低.

此外,基于总量折扣的价格政策并不能够增加终端客户的需求.经销商增加的订货量会成为渠道库存,使产品从生产到被终端客户购买的周期延长,从而增加供应链的总成本,以及公司和经销商的经营风险.如果经销商的库存太多,或者产品临近失效期,经销商通常采取两种策略,一种是折价销售,这种方式会对市场造成冲击,另一种是设法迫使公司退货或换货,从而形成逆向物流和增加公司处置产品的费用,从长远来看,这两种结果对公司和经销商的正常经营和利润都有不利的影响.

为了消除价格折扣导致的牛鞭效应, Lee et al.^[1] 建议的最好办法就是宝洁公司的天天低价.然而,由于商业模式的惯性和市场不成熟,目前在快速消费品行业,基于总量的价格折扣方式仍然盛行,很少有公司运用天天低价的政策.为了解决这个困扰许多公司的难题,本文结合某些公司的实践,提出了一种可行的解决方案.在快速消费品行业,公司通常会经营不同品牌和不同包装规格的多种产品.为了消除 Hockey-stick 现象,平衡物流,公司可以采用总量折扣和定期对部分产品降价相结合的方式.假定公司向经销商提供两种规格的产品,当经销商的两种产品月累计进货量达到一定的数量以后,公司根据该数量向经销商提供一定的返利,即 Volume Discounts 的价格折扣政策.在具体运用这个政策时,公司可以适当降低返利率,然后在考核周期的初期降低其中一种产品的转让价格,在期中再将其价格调高.在这种政策下,经销商为了投机,会在初期多订降价产品,而在期末为了拿到返利而增加另一种产品的进货,期中则进行正常补货,其订货量将变得相对均衡,从而缓和公司出库中的周期性 Hockey-stick 现象,使其销售物流更为平稳,以减轻公司库存和物流能力的压力,提高物流运作的效率和效益.这种方式还能够使经销商在不同时期的订货比较单一,可以减少双方订单处理的工作量,并增加公司

单品的生产批量,从而提高生产的规模效益、减少转产的频次.

除了以上方法,公司可以对不同的经销商采用不同的统计和考核周期,从而让经销商的这种进货行为产生对冲,以缓和公司出货中的 Hockey-stick 现象.公司通过延长考核周期可以减少 Hockey-stick 现象出现的频率,而通过缩短考核周期可以减小出库波动的幅度.此外,通过与经销商共享需求信息和改进预测方法,公司能够更准确地了解经销商的外部实际需求,从而在设计折扣方案时,尽可能让折扣点与经销商的外部需求一致或略高,也能够缓和 Hockey-stick 现象.当然,最好的方法是公司能够根据每期经销商的实际销量提供折扣方案,但由于信息不对称,公司很难了解经销商的实际销售情况,或需要付出很大的人力和物力去调查和统计数据,可能会得不偿失.

5 案例分析

xx 公司为国际著名的食品公司在大陆的生产厂,其生产的产品主要在湖北省销售,按不同的品牌和包装计算,公司共有二十多种规格的产品,不同的包装规格可以按照统一的容量标准换算为标准箱.公司将销售区域按地理位置进行了划分,并指定一名销售人员负责一个区域,区域内一般有几个到十几个经销商.公司按月对销售人员进行考核,如果销售人员不能完成指定的目标,只能拿到一份基本工资,如果销量超过目标,公司再按一定的梯度等级给销售人员发放相应数额的奖金.公司与行业内的其它公司一样,根据经销商的每月累计订货量向其提供一定的返利,但双方事先通过销售合同约定了一个最低的订货量,经销商的累计订货量必须达到或超过这个数量,才能拿到相应的返利.

公司采用 4-4-5 的统计方式.图 4 a、b 分别是不同区域的甲、乙经销商 2005、2006 年每日订货量的曲线图.图 5 是 xx 公司 2004、2005 和 2006 年每日销售出库量的曲线图.其中,公司销售人员的工资政策如文中所述,且公司每月都按 Volume Discounts 方式向经销商提供返利,但在 2005 年 5 ~ 12 月,公司调低了返利率,同时在每月月初将部分产品价格调低,月中的时候再调回正常水平.

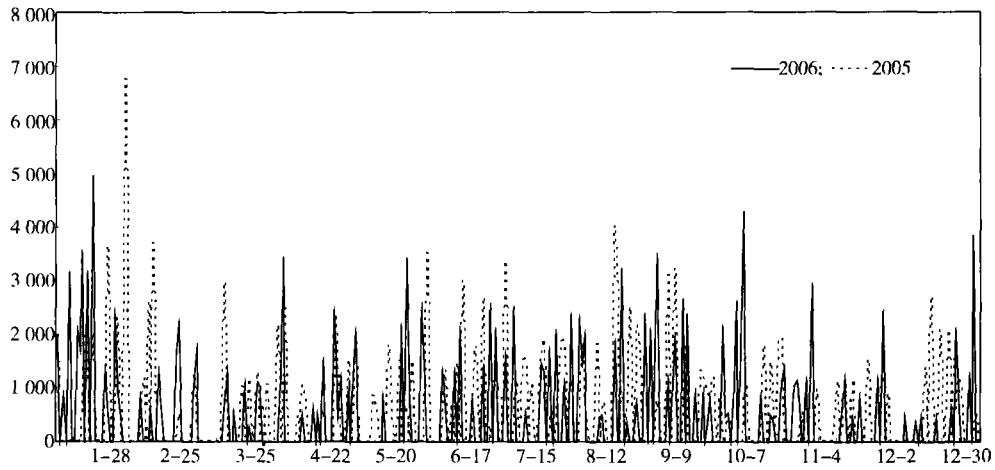


图 4a 2005、2006 年甲经销商每日订货量曲线图

Fig. 4a Graph of order quantity per day of A dealer in 2005 and 2006

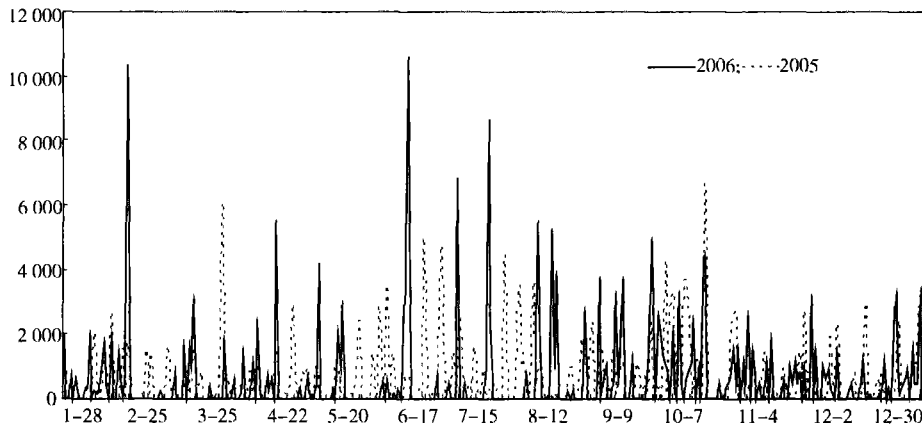


图 4b 2005、2006 年乙经销商每日订货量曲线图

Fig. 4b Graph of order quantity per day of B dealer in 2005 and 2006

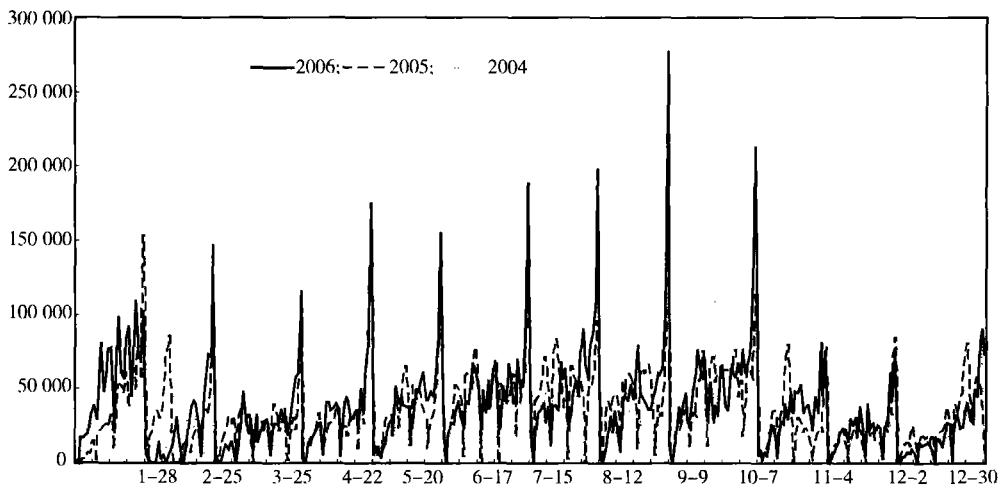


图 5 ×× 公司 2004、2005 和 2006 年每日销售出库量曲线图

Fig. 5 Graph of sale quantity per day of xx company in 2004, 2005 and 2006

本文大致将每月分为前期、中期和后期. Volume Discounts 方式对需求波动的影响主要表现在前期和后期,而中期是经销商正常补货阶段,销售人员的行为对需求波动的影响主要表现在中期.从图4可以看出,经销商在中期的订货量呈锯齿状起伏,这是经销商的需求之间负相关的具体表现,其偏差比经销商自然需求情形下的需求偏差要小.另外,从图5可以看到公司中期的销售出库量比较均匀,其原因是销售人员的行为会导致不同经销商在相同订货周期的需求偏差有正有负,在正负相抵的情况下,公司的销售出库量比单个经销商的订货量的偏差会小一些.

从图4和图5中能够观察到经销商的订货量和公司的销售出库量在每月都前低后高,即 Hockey-stick 现象,因为经销商的行为一致,叠加效应使公司的这种现象更显著.从图4还可以看到,同一经销商在2005、2006年的每日订货量的波动情况基本一致,这说明不同时期公司产品占经

表1 2004、2005和2006年每日出库量的均值、标准差及其比值

Table 1 Mean, standard deviation and the ratio of sale quantity per day in 2004, 2005 and 2006

	2004年		2005年		2006年	
	1~4月	5~12月	1~4月	5~12月	1~4月	5~12月
μ	25 385	26 676	27 869	35 831	34 758	40 806
σ	17 643	21 948	25 337	24 226	30 991	33 943
σ/μ	0.695 0	0.822 3	0.909 2	0.676 1	0.891 6	0.831 8

从表1能够看到,随着销售出库量增加,需求波动的幅度也相应增加,但在2005年5~12月,由于公司配合 Volume Discounts 方式执行定期对部分产品降价的政策,相比2004年同期和2005年前期,在日均销售出库量增加的情况下,每日销售出库量的波动幅度比2004年同期和2005年前期都明显减少.然而在2006年,由于公司有较多的新品上市,为了加大这些新品的铺货力度和激励经销商多进货,公司向购买新品的经销商提供了更优惠的总量折扣政策,虽然公司的销量得到较大幅度的增长,但其 Hockey-stick 现象却有所加剧,通过图5和表1,能够看到这种趋势.

6 结论与研究展望

本文以快速消费品行业为背景,对供应链中的 Hockey-stick 现象进行了分析和研究.研究结

论表明并不是公司对销售人员的周期性考评导致了公司需求中的 Hockey-stick 现象,而是公司普遍对其经销商提供的基于一定期间累计总订货量的价格折扣政策(volume discounts).本文通过建立模型和案例研究,剖析了销售人员行为和总量折扣(volume discounts)方式对经销商订货和公司出货的影响,并提出了在总量折扣方式下,为了缓和 Hockey-stick 问题,公司可以采用的策略.

Hockey-stick 现象普遍存在于供应链之中,本文的研究能够帮助许多被此问题困扰的企业管理者找到 Hockey-stick 问题的真正原因,并采取正确的策略去解决这个问题.研究的不足之处是以特定行业为背景,其结论是否与其它行业的情形一致,尚待探讨.

最后,再来分析一下 xx 公司采用 Volume Discounts 和定期对部分产品降价相结合的政策对 Hockey-stick 现象的影响.从图5能够看到,2005年5~12月,公司每月的日销售出库量比2004年同期和2005年1~4月要均衡一些, Hockey-stick 现象也得到一定程度的缓和.另外,通过数据分析,得到2004、2005和2006年每日出库量的均值、标准方差及标准方差与均值之比如表1.

销商销售产品的比例比较稳定,这种情况与渠道中的竞争最终会趋于稳态相符.此外,观察图4a,可以看到甲经销商在2006年2月份的末期放弃了订较多的产品,这与其元月份所订产品较多和整个2月份销量太少有关,从图4b可以看到,在2006年10月份的末期乙经销商也放弃了订更多的产品.这种情况与本文对经销商行为的判断一致,从经销商的订货情况来看,在 m 不存在时, Hockey-stick 现象会出现中断,但在图5中没有这种现象.

论表明并不是公司对销售人员的周期性考评导致了公司需求中的 Hockey-stick 现象,而是公司普遍对其经销商提供的基于一定期间累计总订货量的价格折扣政策(volume discounts).本文通过建立模型和案例研究,剖析了销售人员行为和总量折扣(volume discounts)方式对经销商订货和公司出货的影响,并提出了在总量折扣方式下,为了缓和 Hockey-stick 问题,公司可以采用的策略.

Hockey-stick 现象普遍存在于供应链之中,本文的研究能够帮助许多被此问题困扰的企业管理者找到 Hockey-stick 问题的真正原因,并采取正确的策略去解决这个问题.研究的不足之处是以特定行业为背景,其结论是否与其它行业的情形一致,尚待探讨.

本文的研究只是问题的开始, Hockey-stick 现象对公司的生产和物流运作有显著不利的影响,公司如何平衡价格折扣政策带来的利益和因

其导致的需求波动对公司营运的损失,是值得进一步研究的问题.需求波动,特别是 Hockey-stick 问题对公司的生产和物流能力有至关重要的影响,但这种影响具体表现在哪些方面,影响的程度如何,以及如何去应对,也是未来值得研究的方向.

参 考 文 献:

- [1] Lee H L, Padmanabhan P, Whang S. The bullwhip effect in supply chains[J]. Sloan Management Review, 1997, 38(3): 93—102.
- [2] Munson C L, Rosenblatt M J. Theories and realities of quantity discounts: An exploratory study[J]. Production and Operations Management, 1998, 7(1): 352—369.
- [3] Munson C L, Rosenblatt M J, Rosenblatt Z. The use and abuse of power in supply chains[J]. Business Horizons, 1999, 42(1): 55—65.
- [4] Sadrian A A, Yoon Y S. Business volume discount: A new perspective on discount pricing strategy[J]. International Journal of Purchasing and Materials Management, 1992, 28(2): 43—46.
- [5] Sadrian A A, Yoon Y S. A procurement decision support system in business volume discount environments[J]. Operations Research, 1994, 42(1): 14—23.
- [6] Lee H L, Padmanabhan P, Whang S. Information distortion in a supply chain: The bullwhip effect[J]. Management Science, 1997, 43(4): 546—558.
- [7] Graves S C. A single-item inventory model for a nonstationary demand process[J]. Manufacturing and Service Operations Management, 1999, 1(1): 50—61.
- [8] Kelle P, Milne A. The effect of (s,S) ordering policy on the supply chain[J]. International Journal of Production Economics, 1999, 59(1~3): 113—122.
- [9] 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.
- [10] Chen F, Ryan J K, Simchi-Levi D. The impact of exponential smoothing forecasts on bullwhip effect[J]. Naval Research Logistics, 2000, 47(4): 269—286.
- [11] Alwan L C, Liu J J, Yao D Q. Stochastic characterization of upstream demand processes in a supply chain[J]. IIE Transactions, 2003, 35(3): 207—219.
- [12] Lee H L, So K C, Tang C S. The value of information sharing in a two-level supply chain[J]. Management Science, 2000, 46(5): 626—643.
- [13] Chen F. Information Sharing and Supply Chain Coordination[C]. Handbooks in Operations Research and Management Science, Amsterdam: North-Holland, 2003. 341—421.
- [14] So K C, Zheng X. Impact of supplier's lead time and forecast demand updating on retailer's order quantity variability in a two-level supply chain[J]. International Journal of Production Economics, 2003, 86(2): 169—179.
- [15] 万杰,李敏强,寇纪淞. 供应链分配机制对牛鞭效应的影响研究[J]. 系统工程学报, 2002, 17(4): 340—348.
Wan Jie, Li Minqiang, Kou Jisong. Impact of capacity allocation on bullwhip in supply chain[J]. Journal of Systems Engineering, 2002, 17(4): 340—348. (in Chinese)
- [16] 石小法,张丽清,杨东援. 信息对供应链的影响研究[J]. 系统工程, 2002, 20(3): 37—40.
Shi Xiaofa, Zhang Liqiang, Yang Dongyuan. Information effects in the supply chain[J]. Systems Engineering, 2002, 20(3): 37—40. (in Chinese)
- [17] 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.
Zhang Qin, Da Qinli, Shen Houcai. Bullwhip effect and assess of the information sharing under ARIMA(0,1,1) demand [J]. Chinese Journal of Management Science, 2001, 9(6): 1—6. (in Chinese)
- [18] 黄小原,郭海峰,卢震. 供应链时滞系统模型及其牛鞭效应的 H_∞ 控制[J]. 系统工程学报, 2005, 20(6): 585—590.

- Huang Xiaoyuan, Guo Haifeng, Lu Zhen. H_{∞} control of supply chain time delay system model and its bullwhip effect[J]. *Journal of Systems Engineering*, 2005, 20(6): 585—590. (in Chinese)
- [19] 刘春玲, 黎继子, 孟波. 基于两单链合作下的集群式供应链牛鞭效应的 H_{∞} 控制研究[J]. *中国管理科学*, 2007, 15(1): 41—46.
- Liu Chunling, Li Jizi, Meng Bo. Research on H_{∞} control of bullwhip in cluster supply chains based on cooperation between two single chains[J]. *Chinese Journal of Management Science*, 2007, 15(1): 41—46. (in Chinese)
- [20] 李刚, 汪寿阳, 于刚, 等. 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.
- Li Gang, Wang Shouyang, Yu Gang, et al. Bullwhip effect and validity of production-smoothing model[J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2004, 7(1): 1—18. (in Chinese)
- [21] 汪传旭. 基于 ARMA(1,1) 需求的供应链历史订单量信息价值的分析[J]. *管理工程学报*, 2004, 20(4): 25—30.
- Wang Chuanxu. Value of history order quantity information in a supply chain ARMA(1,1) demand[J]. *Journal of Industrial Engineering/Engineering Management*, 2004, 20(4): 25—30. (in Chinese)
- [22] 达庆利, 张钦, 沈厚才. 供应链中牛鞭效应问题研究[J]. *管理科学学报*, 2003, 6(3): 86—93.
- Da Qingli, Zhang Qin, Shen Houcai. Study on bullwhip effect in supply chain[J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2003, 6(3): 86—93. (in Chinese)
- [23] Dolan R J. Quantity discounts: Managerial issues and research opportunities[J]. *Marketing Science*, 1987, 6(1): 1—22.
- [24] Crowther J F. Rationale for quantity discounts[J]. *Harvard Business Review*, 1964, (March-April): 121—127.
- [25] Monahan J P. A quantity pricing model to increase vendor profits[J]. *Management Science*, 1984, 30(6): 720—726.
- [26] Lee H L, Rosenblatt M J. A generalized quantity discount pricing model to increase supplier's profits[J]. *Management Science*, 1986, 32(9): 1177—1185.
- [27] Kohli R, Park H. A cooperative game theory model of quantity discounts[J]. *Management Science*, 1989, 35(6): 693—707.
- [28] Joglekar P, Tharthare S. The individually responsible and rationale decision approach to economic lot sizes for one vendor and many purchases[J]. *Decision Sciences*, 1990, 21(3): 492—506.
- [29] Goyal S K. Determination of a supplier's economic ordering policy[J]. *Journal of the Operational Research Society*, 1987, 38(9): 853—857.
- [30] Lal R, Staelin R. An approach for developing an optimal discount pricing policy[J]. *Management Science*, 1984, 30(12): 1524—1539.
- [31] Kim K H, Hwang H. An incremental discount pricing schedule with multiple customers and single price break[J]. *European Journal of Operational Research*, 1988, 35(1): 71—79.
- [32] Drezner Z, Wesolowsky G O. Multi-buyer discount pricing[J]. *European Journal of Operational Research*, 1989, 40(1): 38—42.
- [33] Weng Z K, Wong R T. General models for the supplier's all-unit quantity discount policy[J]. *Naval Research Logistics*, 1993, 40(7): 971—991.
- [34] Parlar M, Wang Q. Discounting decisions in a supplier-buyer relationship with a linear buyer's demand[J]. *IIE Transactions*, 1994, 26(2): 34—41.
- [35] Weng Z K. Channel coordination and quantity discounts[J]. *Management Science*, 1995, 41(9): 1509—1522.
- [36] Weng Z K. Modeling quantity discounts under general price-sensitive demand functions: Optimal policies and relationships[J]. *European Journal of Operational Research*, 1995, 86(2): 300—314.
- [37] Abad P L. Supplier pricing and lot sizing when demand is price sensitive[J]. *European Journal of Operational Research*, 1994, 78(3): 334—354.
- [38] Chakravarty A K, Martin G E. Operational economies of a process positioning determinant[J]. *Computers and Operations Research*, 1991, 18(6): 515—530.
- [39] 余玉刚, 梁樑, 王志强, 等. 订单生产方式下供应链买卖双方 1:n 协调订货批量模型[J]. *系统工程*, 2004, 22(1): 33—38.

- Yu Yugang, Liang Liang, Wang Zhiqiang, *et al.* A lot sizing game model with one vendor and multiple buyers under MTO [J]. *Systems Engineering*, 2004, 22(1): 33—38. (in Chinese)
- [40] 姬小利, 王宁生. 信息不对称情况下的 VMI 协调机制设计[J]. *系统工程*, 2004, 22(11): 24—28.
Ji Xiaoli, Wang Ningsheng. Coordination mechanism designing for vendor managed inventory under asymmetric information [J]. *Systems Engineering*, 2004, 22(11): 24—28. (in Chinese)
- [41] 孙会君, 高自友. 基于差分的数量折扣条件下订货策略优化模型[J]. *管理科学学报*, 2004, 7(2): 18—21.
Sun Huijun, Gao Ziyou. Optimal order policies with quantity discounts based on difference[J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2004, 7(2): 18—21. (in Chinese)
- [42] 艾兴政, 唐小我, 倪得兵. 价格上涨环境下供应链的渠道协调机制研究[J]. *管理科学学报*, 2004, 7(5): 24—30.
Ai Xingzheng, Tang Xiaowo, Ni Debing. Channel coordination under midlife returns and end-of-life returns in price in creasing environment[J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2004, 7(5): 24—30. (in Chinese)
- [43] 彭作和, 田 澎. 基于完全信息的供应链数量折扣契约设计[J]. *管理工程学报*, 2006, 20(2): 114—116.
Peng Zuohe, Tian Peng. Supply Chain quantity discount contract design under perfect information[J]. *Journal of Industrial Engineering/Engineering Management*, 2006, 20(2): 114 — 116. (in Chinese)
- [44] 周永务. 随机需求下两层供应链协调的一个批量折扣模型[J]. *系统工程理论与实践*, 2006, (7): 25 — 31.
Zhou Yongwu. A quantity discount model for two-echelon supply chain coordination under stochastic demand[J]. *System Engineering Theory & Application*, 2006, (7): 25 — 31. (in Chinese)
- [45] Viswanathan S, Wang Q. Discount pricing decisions in distribution channels with price-sensitive demand[J]. *European Journal of Operational Research*, 2003, 149(3): 571—587.
- [46] Banker R D, Lee S, Potter G. An empirical analysis of continuing improvements following the implementation of a performance-based compensation plan[J]. *Journal of Accounting and Economics*, 2001, 30(3): 315—350.

Analysis & countermeasures for “Hockey stick” phenomenon between supply and demand

GUI Hua-ming, MA Shi-hua

Huazhong University of Science & Technology, Wuhan 430074, China

Abstract: Many companies experience regular surges in demand during continual time periods with fixed period length, which is referred to as “Hockey stick” phenomenon. In the early stage of a time period, the demand is low, while the demand is high at the end of the time period. This phenomenon is quite prevalent in supply chains, which puzzles many managers. In the traditional viewpoint, the phenomenon is due to the fact that salespeople are regularly measured. However, this paper does not agree on above viewpoint. In the context of fast consumer products, a model is proposed to prove that the reason for the phenomenon is the price policy of volume discounts, which is popularly employed in industry. Then, the methods of multiple products compounding pricing policy are proposed to mitigate the problem. Finally, our model and methods are validated by a case study.

Key words: “Hockey stick” phenomenon; periodic measurement; volume discounts; demand distortion