

基于产品定价的供应商管理库存模式利益分配研究

王志刚, 杜 漪

(兰州大学 管理学院, 甘肃 兰州 730000)

摘要:笔者针对供应商管理库存模式,通过建立利润模型,利用博弈论的方法,研究在线性市场需求下供应商和零售商不合作与合作时各自的利润变化。研究表明:实行供应商管理库存模式要优于不实行时企业的利润,零售商的售价决定供应链的利润,而供应商的价格则决定了供应链的利润在供应商和零售商之间的分配,供应商可以通过分配因子的选择,确定产品的批发价,从而实现合作双方利益的分配。

关键词:供应链;供应商管理库存;利益分配;Stackelberg均衡

中图分类号: F274 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001 - 5744 (2009) 01 - 0140 - 05

供应商管理库存作为一种目前国际上前沿的供应链库存管理模式,对整个供应链的形成和发展都产生了重要的影响。在最近的十多年当中,VM I (Vendor Managed Inventory) 的应用日益广泛,特别是在像沃尔玛这样的成功应用者出现之后,发展更是迅猛。VM I 即供应商管理用户库存,是一种在用户和供应商之间的合作性策略,以对双方来说都是最低的成本优化产品的可获性,在一个相互同意的目标框架下由供应商管理库存,这样的目标框架被经常性监督和修正,以产生一种连续改进的环境。VM I 体现着合作性原则,用户与供应商之间必须要相互信任、信息共享才能保持好的合作,合作会带来双方防范性库存的减少,有效改善供应链中因“牛鞭效应”和“双边边际效应”等现象造成的供应链效率低下。在 VM I 的管理与协调中,既要考虑整个供应链的资源配置,实现供应链效益的最大化,又要考虑合作双方企业的个体利益,科学合理地进行合作双方的利益分配,从而确保供应链的正常运转,因而在 VM I 模式下所面临的一个关键问题是如何把整个供应链的效益公平、公正、合理地分配给合作双方。

一 供应链库存利益分配问题不同的研究视角

供应链成员之间可以通过制定一系列的契约,在保证各方成员的利润不受损害的前提下,来保证供应链成员之间的合作。如何设计契约,如何确定契约中的参数,以达到使得每个企业在追求自己利润最大化的同时,又正好与其他企业实现了合作的目标,就成为最近几年来国内外供应链管理的一个研究热点,出现了大量的文献,提出了很多合作模型。根据 Dong Y, Xu K F 的研究^[1]:从短期来看,实施 VM I 会使供应商的成本上升,利润减少,但经销商的成本会由此降低,销售量增加,利润上升。从长期来看,供应商和经销商实施 VM I 是一种策略性行为,不仅降低了自己的相关成本,提高了利润水平,而且由此所产生的正外部性,降低了整个供应链的成本,提高了整个渠道的利润,增强了整个供应链的竞争力,是一种帕累托改进;吴育华等^[2]对供应链库存效益进行了量化研究,应用多人合作理论,采用 值法给出了供应链库存利益分配模型;唐宏祥等^[3]比较了分散式供应链和 VM I 模式供应链,研究发现通过让零售商承担一部分滞销成本,同时让供应商分担一部分零售商的促销费用,可以大大提高 VM I 机制的性能,并可以达到集成供应链的水平;刘志学等^[4]探讨了在基于供应商和分销商的 VM I 系统下,分销商缺货时作为核心企业的供应商如何对分销商进行激励,通过建立信息对称和不对称两种情况下的激励模型并进行求解比较,为供应商制定有效的激励合约提供依据;钟磊钢等^[5]运用委托—代理理论分别讨论了信息对称和信息不对称时 VM I 的数量折扣契约设计问

收稿日期: 2008 - 03 - 21

基金项目: 教育部“985工程”特色研究方向项目“物流工程与管理”(582635)

作者简介: 王志刚(1974 -),甘肃金昌人,兰州大学管理学院硕士研究生,主要从事市场营销、供应链研究。

题;王怀祖等^[6]指出订金协调机制可以实现供应链库存协调及收益在各成员间的任意分配;曹武军等^[7]利用收入共享契约来协调供应链成员之间的活动,得出了此种方式的系统性能参数,并证明了利用此契约能够提高供应链效率;王超英等^[8]研究了基于 $VM I$ 的批量订货契约模型,认为通过供应商制定价格折扣的契约策略激励订货商批量订货,以便协调两级供应链中供需双方的利益关系;高海晶等^[9]通过对 $VM I$ 模式下单一制造商、单一零售商组成的二级供应链中供需双方和整个供应链的总收益构成的分析,建立了使供应链受益最大的库存模型,通过调节零售商采购价格的激励机制,调节供应链中供求双方的利益。

近年来应用博弈理论研究供应链企业间关系的协调模式和机制成为供应链管理研究的一个热点,许多学者提出了供应链节点企业间协调博弈均衡的激励函数、补偿函数、谈判函数、威胁函数等协调模型。Cachon等^[10]研究了单一供应商与零售商间的库存博弈协调,提出了一种线性转移支付补偿函数模型;Wang H W等^[11]研究了单一供应商与多零售商间的库存博弈协调,提出了一种混合转移支付补偿函数模型;孙东川等^[12]采用 *nash* 谈判模型解决动态联盟的利益分配问题;赵晓敏等^[13]建立了一个供应商和两个零售商的两阶段博弈模型,对固定分配机制和与绩效挂钩的比例分配机制进行了研究。

综上所述,不同的学者对供应链库存利益分配问题运用多种方法进行了量化研究,这当中以通过制定利益分配契约来协调节点企业合作和应用博弈理论研究供应链企业间关系的协调模式和机制这两方面的研究居多,也是当前的热点。本文将博弈理论和制定利益分配契约结合起来,对 $VM I$ 模式下合作双方的利益分配进行了研究。

二 $VM I$ 模式下基于产品定价的利益分配

供应链成员之间的合作建立在共同追求利益目标的基础上,获利动机促使各成员求同存异,通过有效磋商,协调彼此的策略,达成共同认可的有约束力的协议,分享合作带来的收益。由于各方的目标差异,在成员之间可能存在利益冲突,甚至因此而导致供应链的解体,现实中许多 $VM I$ 的瓦解就是由于合作双方利益分配不合理所造成的。本文主要研究供应链中采用 $VM I$ 后如何协调供应商与零售商的收益,使 $VM I$ 得以实施的问题,将通过建立基于零售商采购价格的收入共享契约的激励机制来解决 $VM I$ 无法自动实施的问题。本文以文献 [1] 所提出的模型为基础,建立 $VM I$ 利润模型,利用博弈论的方法,通过计算实施 $VM I$ 前后供应商与零售商的收益变化情况,提出供应商与零售商分配总利润的系数,通过对分配系数的调整来进行合作双方的利益协调。

假设供应链由处于上游的一个供应商和处于下游的一个零售商组成,供应商出售一种商品给零售商,再由零售商卖给顾客,并假设:(1)合作双方在信息对称的情况下,开展 $VM I$ 模式;(2)零售商和供应商的库存系统采用经济订购点策略 (*EOQ*);(3)零售商不存在缺货;(4)零售商的采购量年底出清;(5)零售商和供应商的产品需求量相同,均为 q ,不存在重订货的问题,零售商也没有前期库存。利润模型是:

1 供应商出售产品的价格 w 是零售商订货量的一个减函数,即 $w = w_0 - kq$ ($w_0 > 0, k > 0$),其中 w_0 为零售商采购价格,即供应商出售产品的价格(未知量); w_0 为供应商根据零售商的订货量所确定的产品的最高定价(决策变量); k 为供应商给予零售商的价格折扣率; q 为市场需求量,也是零售商的订货量(决策变量)。

2 零售商的单位产品售价 p 与市场需求量 q 之间存在线性关系: $p = a - bq$ ($a > 0, b > 0$),其中 p 为零售商的单位产品售价; a 为产品的最高价格; b 为零售商给予顾客的价格折扣率。

3 根据文献 [1],零售商和供应商库存成本函数为: $r(q) = \frac{s_r}{Q_r} q + \frac{h_r}{2} Q_r$ 和 $r(q) = \frac{s_s}{Q_s} q + \frac{h_s}{2} Q_s$,其中 r 为库存成本; s_r, s_s 为零售商和供应商的单位库存费用; h_r, h_s 为零售商和供应商的订购成本; Q_r, Q_s 为零售商和供应商的最优库存量。为避免不必要的细节上的麻烦,假设零售商和供应商的单位库存费用和订购成本都相同,且均为固定的常数。在不实施 $VM I$ 时,供应商和零售商之间进行的是零售商领头的 *Stackelberg* 博弈,具有先动优势的零售商首先确定最优库存量 Q_r ,在观察到零售商的订货量为 Q_r 的情况下,制造商的最佳库存(每次的生产量)也为 Q_r ,即 $Q_s = Q_r$,假设最优库存量也为确定的常数,则零售商和供应商的库存成本函数可以简化为 $r = f + dq$ ($f > 0, d > 0$),其中我们把 f 作为库存固定成本,把 d 作为库存产品单位可变成本。

4 根据文献 [1],供应商的利润函数为: $\pi_s = q - cq - r$,零售商的利润函数为: $\pi_r = pq - q - r$,整个供应链的利润函数为: $\pi = pq - cq - 2r$,其中 c 为供应商的单位产品成本。

三 模型分析

(一) 供应商和零售商不实施 VM 模式的情形 ()

首先讨论在供应链中供应商和零售商不实行 VM 模式,各自都按照自己的目标追求利益最大化。假设供应商和零售商都清楚对方的利润函数,供应商和零售商都分别持有库存,供应商首先行动,根据市场需求制定批发价,即确定 a_0 ,零售商在观测到 a_0 后,选择其产品的零售价 p 和订货量 q ,这种情形下,零售商只能处于被动地位,供应商和零售商之间进行非合作博弈,相应的解称为 Stackelberg 均衡。利用最优化一阶条件,得到纳什均衡:

$$R = pq - q - r = (k - b)q^2 + (a - a_0 - d)q - f, \text{对} \frac{\partial R}{\partial q} = 2q(k - b) + a - a_0 - d, \text{令} \frac{\partial R}{\partial q} = 0,$$

得到 $q = \frac{a - a_0 - d}{2(b - k)}, p = a - \frac{b(a - a_0 - d)}{2(b - k)}$, 从而得到

$$S = q - cq - r = [a_0 - k \frac{a - a_0 - d}{2(b - k)} - c - d] \frac{a - a_0 - d}{2(b - k)} - f,$$

对 $\frac{\partial S}{\partial a_0} = \frac{a_0 k - 2a_0 b + ab + cb - dk - ck}{2(k - b)^2}$, 令 $\frac{\partial S}{\partial a_0} = 0$, 得出供应商的最高定价 $a_0 = \frac{ab + bc - kc - kd}{2b - k}$,

则零售商的订货量 $q = \frac{a - c - 2d}{2(2b - k)}$, 相应的零售商的产品零售价 $p = a - \frac{3ab - 2ak + bc + 2bd}{2(2b - k)}$ 。

零售商的利润为: $R = pq - q - r = \frac{(b - 2k)(a - c - 2d)^2}{4(2b - k)^2} - f,$

供应商的利润为: $S = q - cq - r = \frac{b(a - c - 2d)^2}{2(2b - k)^2} - f,$

整个供应链的利润为: $\pi = R + S = \frac{(3b - 2k)(a - c - 2d)^2}{4(2b - k)^2} - 2f,$

(二) 供应商和零售商实施 VM 模式的情形 ()

现在考虑在供应链中供应商和零售商实施 VM 模式的情形,在这种模式下零售商不再管理自己的库存,而是由供应商负责管理零售商的库存,决定库存水平、订货量等,并承担相应的库存成本。根据文献 [1], 供应商单位库存费用为 $(s_R + s_S)$, 供应商的订购成本为 $(h_R + h_S)$, 那么供应商库存成本函数变为

$$r(q) = \frac{(s_R + s_S)}{Q_S} q + \frac{(h_R + h_S)}{2} Q_S, \text{由于} s_R = s_S, h_R = h_S, Q_S = Q_R, \text{且} s_R, s_S, h_R, h_S, Q_S \text{均为常数,则供应商的库存成本函数可以简化为} r = f + d q (f > 0, d > 0), \text{且} d = 2d, f = 2f。$$

在 VM 模式下供应商的利润为:

$$S = q - cq - r, \text{零售商的利润为: } R = pq - q, \text{整个供应链的利润为: } \pi = pq - cq - r。$$

设想按照一定的比例分配 VM 情形下供应链的总利润,设供应商和零售商所得的利润比例分别为 α 和 $1 - \alpha$ ($0 < \alpha < 1$), 称为分配因子。则有 $R = (1 - \alpha)\pi$, 即 $pq - q = (1 - \alpha)(pq - cq - r)$, 那么可以得到供应商的最高定价 a_0 为: $a_0 = a + (1 - \alpha)c + (1 - \alpha)d + (k - b)q + \frac{(1 - \alpha)f}{q}$, 要使得供应商和零售商的利润最大,只要使得总的利润最大化即可,由最大化的必要条件得到纳什均衡:

由于 $\pi = pq - cq - r$, 而 $p = a - bq, r = f + d q$, 所以 $\pi = (a - bq)q - cq - f - d q$,

对 $\frac{\partial \pi}{\partial q} = a - c - d - 2bq$, 令 $\frac{\partial \pi}{\partial q} = 0$, 得到 $q = \frac{a - c - d}{2b}$, 将 q 代入 a_0 中得到

$$a_0 = a + (1 - \alpha)c + (1 - \alpha)d + (k - b)\frac{a - c - d}{2b} + \frac{2b(1 - \alpha)f}{a - c - d}, \text{所以零售商的利润为:}$$

$$R = pq - q = \frac{(1 - \alpha)(a - c - d)^2}{4b} - (1 - \alpha)f, \text{供应商的利润为:}$$

$$S = q - cq - r = \frac{(a - c - d)^2}{4b} - f, \text{整个供应链的利润为: } \pi = R + S = \frac{(a - c - d)^2}{4b} - f。$$

实施 VM 模式和不实施时整个供应链的利润差为: $\Delta \pi = \pi - \pi_0$, 则 $\Delta \pi$ 可写为:

$$\frac{(a-c-2d)^2}{4b} - 2f - \frac{(3b-2k)(a-c-2d)^2}{4(2b-k)^2} + 2f = \frac{(b-k)^2(a-c-2d)^2}{4b(2b-k)^2} \quad 0 \quad (1)$$

由(1)式可以得到:实施 VM I 模式合作时供应链的总利润大于不合作时的总利润,然而要使实施 VM I 模式合作成为供应商和零售商的最优选择,还必须满足合作时双方企业获得的利润不小于非合作时各自的利润,即 $\pi_s \geq \pi_s^0$, 且 $\pi_r \geq \pi_r^0$, 也就是要实现合作双方的双赢,否则合作便不能实现。即:

$$\frac{(a-c-d)^2}{4b} - f \geq \frac{b(a-c-2d)^2}{2(2b-k)^2} - f \quad (2)$$

$$\frac{(1-\alpha)(a-c-d)^2}{4b} - (1-\alpha)f \geq \frac{(b-2k)(a-c-2d)^2}{4(2b-k)^2} - f \quad (3)$$

由(2)得
$$\frac{2b[b(a-c-2d)^2 - 2f(2b-k)^2]}{[(a-c-2d)^2 - 8bf](2b-k)^2},$$

由(3)得
$$\frac{b(a-c-2d)^2(2k-b) + [(a-c-2d)^2 - 4bf](2b-k)^2}{[(a-c-2d)^2 - 8bf](2b-k)^2},$$

因为
$$\frac{b(a-c-2d)^2(2k-b) + [(a-c-2d)^2 - 4bf](2b-k)^2}{[(a-c-2d)^2 - 8bf](2b-k)^2} - \frac{2b[b(a-c-2d)^2 - 2f(2b-k)^2]}{[(a-c-2d)^2 - 8bf](2b-k)^2}$$

$$= \frac{(a-c-2d)^2(b-k)^2}{[(a-c-2d)^2 - 8bf](2b-k)^2} \quad (4)$$

由(4)可知当 $(a-c-2d)^2 - 8bf > 0$ 时, $\frac{(a-c-2d)^2(b-k)^2}{[(a-c-2d)^2 - 8bf](2b-k)^2} > 0$, 所以

$$\frac{2b[b(a-c-2d)^2 - 2f(2b-k)^2]}{[(a-c-2d)^2 - 8bf](2b-k)^2} \geq \frac{b(a-c-2d)^2(2k-b) + [(a-c-2d)^2 - 4bf](2b-k)^2}{[(a-c-2d)^2 - 8bf](2b-k)^2} \quad (5)$$

当 $(a-c-2d)^2 - 8bf < 0$ 时, $\frac{(a-c-2d)^2(b-k)^2}{[(a-c-2d)^2 - 8bf](2b-k)^2} < 0$, 所以

$$\frac{b(a-c-2d)^2(2k-b) + [(a-c-2d)^2 - 4bf](2b-k)^2}{[(a-c-2d)^2 - 8bf](2b-k)^2} \geq \frac{2b[b(a-c-2d)^2 - 2f(2b-k)^2]}{[(a-c-2d)^2 - 8bf](2b-k)^2} \quad (6)$$

通过上述分析可知:只要 α 的取值在(5)或(6)式中的可行区间内,合作双方都能获得大于不合作时的利润。因此实施 VM I 模式既能实现整个供应链的利润增加,又能实现合作双方各自的利润增加。而且由(1)式可知:在其他参数不变的情况下, a 越大, α 越大,即零售商的售价决定供应链的利润水平。也就是说零售商的服务水平越高,产品的市场容量越大,从而 a 也就越大,供应链上的利润就增加更大。因此,合作双方应加强相互协调与合作,提高整个供应链的柔性及快速响应能力,增加顾客价值。

(三) 实施 VM I 合作共赢的利润分配机制

本文采用收入共享契约来实现供应链成员之间利润的再分配。收入共享契约是通过确定供应链总收益在成员间的比例分配关系,达到供应链系统的协调。在实行 VM I 的二级供应链中,通过供应商和零售商签订收入共享契约来实现有关的激励机制,调整供应链成员的收益比例,进行收益的二次分配,以实现双赢的目标。

基于此考虑,本文设计了如下利润分配机制:当供应商和零售商主动参与 VM I 模式时,应该遵循使整个供应链收益最大化原则,而实际上供应商和零售商都会选择使自己的收益最大化的目标,因此需要利用一定的激励机制来保证这样的合作能够顺利进行。本文考虑用调节零售商采购价格,即供应商出售产品的价格,来激励供应链中的双方参加到 VM I 模式中。供应链的收益与供应商销售产品的价格 w 无关,而供应商、零售商的收益与 w 有关,调节 w 为 w_0 ,在不降低供应链总收益的同时,调节制造商和零售商的收益,达到使双方都满意的收益。

由()部分的分析可知:只要 α 的取值在(5)或(6)式中的可行区间内,合作双方都能获得大于不合作时的利润。那么如何在合作双方之间分配供应链利润使合作双方实现双赢,就成为能否实行 VM I 合作的关键。具体分析:

1. 当 $(a-c-2d)^2 - 8bf > 0$ 时,由(5)式可知,供应商的利润分配比例 β 满足

$$\frac{2b[b(a-c-2d)^2 - 2f(2b-k)^2]}{[(a-c-2d)^2 - 8bf](2b-k)^2} \leq \beta \leq \frac{b(a-c-2d)^2(2k-b) + [(a-c-2d)^2 - 4bf](2b-k)^2}{[(a-c-2d)^2 - 8bf](2b-k)^2},$$

$$\begin{aligned} \text{令 } m_{in} &= \frac{2bf(b(a-c-2d)^2 - 2f(2b-k)^2)}{[(a-c-2d)^2 - 8bf](2b-k)^2}, \\ m_{ax} &= \frac{b(a-c-2d)^2(2k-b) + [(a-c-2d)^2 - 4bf](2b-k)^2}{[(a-c-2d)^2 - 8bf](2b-k)^2}, \end{aligned}$$

则当 $\alpha = m_{in}$ 时,代入 $s =$ 中,得到 $s = s$, $r = r +$, 此时实施 VM 合作产生的额外利润全部由零售商占有。同样当 $\alpha = m_{ax}$ 时,代入 $r = (1 -)$ 中,得到 $r = r$, $s = s +$, 此时实施 VM 合作产生的额外利润全部由供应商占有。因此,额外利润的分配取决于分配因子 的大小,供应商可以通过调整 的值而占有所有的供应链上的新增收益,供应商也可以通过分配因子 的选择,利用本文所设计的激励机制,调节产品的销售价格,从而实现利益的分配。如果销售商有不满,供应商可以通过调整产品的销售价格,进行适当让利,实现对销售商的有效激励。对于供应链新增总收益的划分,取决于供应商和零售商之间的讨价还价能力。

2 当 $(a - c - 2d)^2 - 8bf < 0$ 时,上述结论同样成立,这里就不再证明。

四 结论

供应商管理库存能够极大提高整个供应链的绩效,但其实施会对供应链双方,尤其是对供应商的利润产生影响,在供应商的利润受损的情况下,如何建立起合理的利益分配机制,如何协调供应链节点企业使供应链达到双赢是供应链管理的重要课题。本文应用博弈分析,对基于产品定价的 VM 模式利益分配进行了探讨,得到如下结论:(1)实施 VM 模式的合作能实现信息共享因而优于非合作时企业的利润;(2)零售商的售价决定供应链的利润;(3)供应商的批发价格则决定了供应链的利润在供应商和零售商之间的分配;(4)供应商可以通过分配因子的选择,确定产品的批发价,从而实现合作双方利益的分配。但本文只考虑了由一个供应商和一个零售商组成的简单二级供应链,而对于由多个供应商和多个零售商组成的供应链将是今后主要的研究方向。

参考文献:

- [1] DONG Y, XU K F. A supply chain model of vendor managed inventory[J]. Transportation Research Part E, 2002(38): 75 - 95.
- [2] 吴育华,赵强,王初. 基于多人合作理论的供应链库存利益分配机制研究[J]. 中国管理科学, 2002(6): 44 - 47.
- [3] 唐宏祥,何建敏,刘春林. 一类供应链的线形转移支付激励机制研究[J]. 中国管理科学, 2003(6): 29 - 34.
- [4] 刘志学,储力. 基于供应链缺货的 VM 激励机制研究[J]. 管理学报, 2005(2): 180 - 183.
- [5] 钟磊钢,胡勇,张翠华. 一类供应商管理库存供应链协调策略研究[J]. 中国管理科学, 2006(6): 92 - 97.
- [6] 王怀祖,熊中楷,张熙悦. 供应商管理库存模式下订金协调机制研究[J]. 科技管理研究, 2007(2): 235 - 237.
- [7] 曹武军,李成刚,王学林,等. VM 环境下收入共享契约分析[J]. 管理工程学报, 2007(1): 51 - 55.
- [8] 王超英,刘颖. 基于供应商管理库存的批量订货契约模型及应用[J]. 现代制造工程, 2007(7): 21 - 24.
- [9] 高海晶,高自友,孙会君. 供应链环境下供应商管理库存模型的研究[J]. 交通运输系统工程与信息, 2007(2): 93 - 97.
- [10] CACHON G P, ZIPKIN P H. Competitive and cooperative inventory policies in a two - stage supply chain[J]. Management Science, 1999(45): 936 - 953.
- [11] WANG H W, GUO M, JANET E A. game - theoretical cooperative mechanism design for a two - echelon decentralized supply chain[J]. European Journal of Operational Research, 2004(157): 372 - 388.
- [12] 孙东川,叶飞. 动态联盟利益的谈判模型研究[J]. 科研管理, 2001(3): 91 - 95.
- [13] 赵晓敏,黄培清. 两阶段供应链中分配机制的研究[J]. 华中科技大学学报:自然科学版, 2004(11): 103 - 105.

【责任编辑 蒋宇】