

文章编号:1672-3961(2006)04-0065-05

市场均衡条件下供应链协作方式的对比

彭丽芳^{1,2}, 王仲顺², 董文冉³(1. 西安交通大学 经济与金融学院, 陕西 西安 710064; 2. 厦门大学 管理学院, 福建 厦门 361005;
3. 山东经济学院, 山东 济南 250014)

摘要:以两阶段供应链为例,说明了供应链中供应商和零售商在生产与销售过程中存在的利益冲突,提出供应链的两种协作方式:核心企业协作方式及对等谈判协作方式.通过效用函数对比两种方式产生的供应链收益,阐述了在市场均衡条件下对等协作方式对供应链整体具有更好的激励作用.

关键词:供应链管理;核心协作;对等协作;市场均衡

中图分类号:F27 **文献标识码:**A

Compare of cooperation modes in a supply chain based on the market equilibrium

PENGLi-fang^{1,2}, WANG Zhong-shun², DONG Wen-ran³(1. School of Economics and Finance, Xi'an Jiao-tong University, Xi'an 710061, China;
2. Management School, Xiamen University, Xiamen 361005, China;
3. Shandong Economics Institute, Jinan 250014, China)

Abstract: In supply chain, there are many conflicts of interest between the suppliers and the retailers during the production and selling of the products. In this paper, a two-stage supply chain sets to choose one of the two cooperation modes: the central cooperation mode and the coordinate cooperation mode. In order to harmonize the interest of each side and maximize the return of the supply chain, central cooperation mode suggests that the supply chain should have a central corporation which leads cooperation among all these suppliers and retailers. However, coordinate cooperation mode suggests that all the members in the supply chain should equally negotiate about the matter of cooperation and make decision together. We introduce utility functions and income functions to compare the outcome of the two modes in the chain. As a result, when the market comes to the equilibrium the coordinate mode gains more profits for the whole than the central one. We then explain the reasons by analyzing the rationality of the conclusions. And the applications and limitations of the paper's results for other domains are discussed.

Key words: supply chain management; central cooperation; coordinate cooperation; market equilibrium

0 引言

在供应链中,供应商和零售商分别承担两种角

色:供应商及时根据市场的需求设计制造出适应终端消费者的产品;零售商通过从供应商处进货,在不同地理位置的市场销售产品以获取利润,从而使供应链获得继续运转的动力.

收稿日期:2005-08-28

作者简介:彭丽芳(1963-),女,福建宁德人,教授,西安交通大学经济与金融学院博士研究生,研究兴趣为管理科学与工程.

E-mail: lfpeng@xmu.edu.cn

通过供应链管理,供应商和零售商的分工越来越明确.一方面,供应商主导了生产职能,强调生产成本的节约.因此,供应商往往采取规模化标准化生产以降低制造成本,采用企业信息管理系统和即时化生产以降低库存成本,采用新技术和生产线员工培训以降低人力成本.另一方面,零售商主导了市场营销职能,希望以合理的价格尽量多地出售终端产品以获取利润.因此,零售商愿意并承担了更多的市场调查和客户服务.然而,在零售商可以控制与改进的范围之外发生的产品问题绝大多数是产品的质量.究其原因可以发现,供应商往往提出了生产成本控制方案,鼓励在可以容许的失误范围内(如废品率)尽可能地降低生产成本,而零售商关注最终移交到消费者手中的产品的质量,希望销售出去的产品没有任何缺陷.在激烈的市场竞争中,价格较高或有重大影响的产品出现任何质量问题都难以被消费者接受^[1].这样的问题如果没有及时得到协调解决,对产品的投诉和市场占有率的减少,及由此带来的利润下降最终导致合作关系破裂,即供应链的解体.

为了解决供应链生产与销售中存在的产品质量与制造成本的问题,供应商和零售商必须进行有效协作,按照供应链各方所处地位,可以具体分为核心企业协作方式和对等协作方式.

1 核心企业协作方式

在不少典型的生产-销售型供应链中,存在着某家企业或企业联盟,处于供应链的核心位置.它的生产行为或者销售行为对整个供应链产生举足轻重的影响,它可以决定或极大地影响供应链产品的生产成本和产品质量^[2].

假设市场对该供应链产品(以下简称产品)的需求为 r ,它与产品的价格和质量呈线性相关.假定所有生产该同类产品的供应链都采用核心企业协作方式,这些供应链在市场中占有的平均份额为 r_0 ,并有 $r_0 > p$,因为产品价格因素对消费者吸引带来的需求应小于市场对该产品总的需求.而产品需求为^[3]下式.

$$r = r_0 - (p - p_0) + (k - k_0). \quad (1)$$

其中, p, k 分别为产品价格与质量; p_0, k_0 分别为市场上同类产品平均价格和质量,属于外生变量; α, β 分别表示价格与质量的变化对需求造成影响的程度(变化敏感度),满足 $0 < \alpha < 1, 0 < \beta < 1$.从式(1)中可以发现,在质量一定时,产品比其它市场同类产品价格高出很多($p - p_0$ 很大),产品的市场需

求 r 就会降低;类似地,价格一定时,质量越好($k - k_0$ 很大),产品越畅销.另外, α 越大,表示需求对偏离市场平均价格的波动越敏感,当价格高于均价时,需求会下降很多;类似地, β 越大,表示高于市场平均质量的产品越容易刺激较多的需求.并有 $r_0 > p$,因为产品价格因素对消费者吸引带来的需求应小于市场对该产品总的需求.

在考虑产品质量时,假定质量成本随着质量提高而增大,并且成本上升速度的变化率要高于质量提高的速度变化率.这里引用二次函数来表示与产品质量相关的成本: $C(k) = hk^2$,它可以包括原料和能源、高新设备引进、品质保证、物流成本.其它诸如场地租金和营销成本可以看作等于市场的平均非质量成本而不计如内,这不会影响问题的讨论.因此,产品的收益函数 S_1 为下式.

$$S_1 = p_1 r_1 - C(k_1) = p_1 [r_0 - (p_1 - p_0) + (k_1 - k_0)] - hk_1^2. \quad (2)$$

令 S_1 分别对 p_1, k_1 求偏导,并对导函数赋零值,可以得到产品收益最大时的指标如下.

$$p_1 = \frac{r_0 + p_0 + (k_1 - k_0)}{2}, \quad k_1 = \frac{p_1}{2h}. \quad (3)$$

当产品收益与市场收益均衡时(供应链的产品达到平均收益); $p_1 = p_0, k_1 = k_0$,代入(3),(1)和(2),可以得到如表1的结果.

表1 核心企业协作方式下市场均衡时的各项经济指标
Tab.1 Economy indexes with market equilibrium in the central cooperation mode

价格 (零售商)	质量 (供应商)	需求 (供应链整体)	收益 (供应链整体)
$p_1^* = p_0 = \frac{r_0}{2}$	$k_1^* = k_0 = \frac{r_0}{2h}$	$r_1^* = r_0$	$S_1^* = S_0 = \frac{r_0^2}{4} (1 - \frac{2}{4h})$

由表1可以发现,当收益均衡时,有如下状况.

(1) 产品价格 p_1^* 仅与价格敏感指标 α 有关.升高时,为了维持平均需求水平,各个供应链的产品价格开始回归平均水平,直到新的市场均衡.

(2) 产品质量 k_1^* 不仅与质量敏感指标 β 和质量成本指标 h 有关,而且还和价格敏感指标 α 有关.这说明如果提升质量的成本代价太高时,为了维持平均需求水平,供应商将减少产品质量方面的投入.另外,质量 k_1^* 中暗示了如果 α 太高,价格上升空间缩小,而提高质量(在没有其它假设时必然导致价格不同程度上调)会承受很大压力.

(3) 收益 S_1^* 中,如果提高质量的成本太高(h 很大),供应链为了保持收益最优,不愿意过多提高

产品质量(较不敏感),从而维持了价格稳定.因此,不能仅从收益函数 S_1 和变量 h 的关系简单判断 S_1 随 h 增大而增大.

(4) S_1^* 对 h 求导,可以发现当 $h = \sqrt{2/4} hr_0$ 时, S_1^* 取最大值.如果均衡收益非负, $S_1^* \geq 0$,也就是 $h \geq \sqrt{2/4} hr_0$,所以, $h \geq \sqrt{2/4} hr_0$.

2 对等协作方式

在有些生产-销售型供应链中,供应商和零售商相互依赖,各自发挥着不可替代的作用.在产品的生产和销售问题上,都拥有发言权和决策权,彼此地位平等,没有哪家企业可以主导整个供应链^[4].假定供应链中有 x 个供应商和 y 个零售商,设 $n = \max(x, y)$,即认为存在 n 个对等合作协议.数目较少的一方至少有一家企业将提供两条以上的对等合作协议.类似地,这里假设市场上其它生产同类产品的供应链都属于对等协作方式.

设在第 i 个对等协议中供应商和零售商的效用函数分别为下式.

$$\text{供应商 } u_{si}(k_2, r_i) = r_i w - \frac{r_i}{r} h k_2^2,$$

$$\text{零售商 } u_{ri}(p_i, r_i) = p_i [r_i - (p_i - p_0) + (k_2 - k_0)].$$

其中,市场对各个零售商的产品总需求 r 以局部最优的定货批量(对等协议的 r_i)转移到对供应商的产品需求,即 $r_i = r$.供应商们以固定批发价 w 向零售商供货(这里认为价格折扣因素已经考虑到定货批量中),双方商议将质量总成本按照定货批量占总需求的比例(r_i/r)分摊到每笔协议中.在这里, p_i 也依据协议的不同(供应-零售的条件不同)而有所变化,而其它自变量则是由供应链整体情况来决定.

除了效用函数集合 $U = \{u_s, u_r\}$,还有协议集合 $T = \{t_s, t_r\}$.当 $t_s = 0$,表示供应商不接受协议,则

表 2 对等协作方式下市场均衡时的各项经济指标 ($n = 1$)

Tab. 2 Economy indexes with market equilibrium in the coordinate cooperation mode ($n = 1$)

价格(零售商)	质量(供应商)	需求(供应链整体)	收益(供应链整体)
$p_2^* = p_a = p_0 = \frac{r_0}{r}$	$k_2^* = k_0 = \frac{1}{\sqrt{2}} \left(\sqrt{r_0^2 + \frac{2r_0 w}{h}} - r_0 \right)$	$r_2^* = r_0$	$S_2^* = S_0 \frac{r_0^2}{r} - \frac{1}{2} \left(\sqrt{hr_0^2 + 2r_0 w} - r_0 \sqrt{h} \right)^2$

观察表 2 可以发现,当收益均衡时有如下结果.

(1) 产品价格 p_2^* 仅与价格敏感指标 r_0 有关,这与核心企业协作方式下的情况相同.

(2) 产品质量 k_2^* 不仅与质量敏感指标 h 和质量成本指标 w 有关,而且还和批发价格 w 有关.与

$u_s = 0$;当 $t_r = 0$,表示零售商不接受协议,则 $u_r = 0$.因此,形成各方策略 $(u_s, t_s), (u_r, t_r)$.利用纳什交易理论,通过 $u = u_s \times u_r$ 来求均衡条件下最优的双方策略^[5].则供应链整体效用函数为下式.

$$U = \sum_{i=1}^n U_i = \sum_{i=1}^n u_{si} u_{ri} = \sum_{i=1}^n p_i \left(r_i w - \frac{r_i}{r} h k_2^2 \right) [r_i - (p_i - p_0) + (k_2 - k_0)]. \quad (4)$$

为了讨论的方便,设各个协议的产品平均售价为 $p_a, p_i = p_a + \delta_i$,则(4)变为下式.

$$U = \sum_{i=1}^n (p_a + \delta_i) \left(r_i w - \frac{r_i}{r} h k_2^2 \right) [r_i - (p_a + \delta_i - p_0) + (k_2 - k_0)]. \quad (5)$$

令 U 对 p_a 求偏导,并对导函数赋零,可得:

$$p_a = \frac{\sum_{i=1}^n [r_i^2 + r_i(p_0 - 2\delta_i) + r_i(k_2 - k_0)]}{2r}, \text{ 当收益}$$

均衡时,把 $p_a = p_0, k_2 = k_0, \delta_i = 0$ 代入 p_a ,可得:

$p_a = \frac{\sum_{i=1}^n r_i^2}{r}$.当 $n > 1$ 时, $p_a > r_0/r$,零售商越多,均衡价格越低,这反映了竞争的实质.特别地,当 $n > 1$ 时,分析 p_a 可以发现,当零售商各自分摊的订货数接近时,零售价格偏低;而订货数相差悬殊时,零售价格比较高.

在同一供应链中,相互竞争与协作的高度发展将极大地促进了各阶段成员的整合.如果把供应商联合成供应商集团,把零售商联合成零售商集团,此时两个集团之间可以看作只有一个对等协议($n = 1$),问题将进一步得到简化.这时的收益函数为下式.

$$S_2 = p_2 r_2 - C(k_2) = p_2 [r_0 - (p_2 - p_0) + (k_2 - k_0)] - h k_2^2. \quad (6)$$

当 $n = 1$ 时, $p_a = p_0 = r_0/r$ (等于核心协作方式中的 p_1^* 值),令 U 对 k_2 求偏导,并对导函数赋零,代入(1),(6),得到其它指标如表 2 的结果.

核心企业协作方式不同的是: k_2^* 不和 w 成正比例关系,因式变换后可以发现 k_2^* 和 w 之间的只有微弱的间接联系.相比之下, k_2^* 是随着 w 的增大而增大的.这比较容易理解,因为在考虑质量成本时,产品质量的提高当然促使供应商提高批发价格,反过

来,批发价格的上扬也暗示了生产者产品质量水平的提高付出了代价.

更深入地分析还可以发现:正是因为对等协商的存在,供应商有了新的讨价还价的筹码——批发价 w ,即使它没有在收益函数中成为自变量,但是它通过协议的效用函数影响产品质量从而影响了供应链的收益.而在核心企业协作中,供应链管理一开始就只考虑整体的效用,内部不存在纳什交易的过程,因此,即使客观上存在供应商的批发价,它也不会影响到核心企业协作方式的产品收益.另外,与核心企业协作方式不同的是:不再影响质量 k_2^* .因为供应链对等实体的存在,属于零售商控制的范围(或者是讨价还价的筹码),相对于 w 而言,它只能通过协议的效用函数影响产品价格从而影响了供应链的收益.

(3) 如果均衡收益非负, $S_2^* \geq 0$, 即 $\frac{1}{2} \leq \frac{1}{w} (\sqrt{hr_0^2 + r_0 w} + r_0 \sqrt{h})^2$.

3 市场均衡时各指标的对比与分析

3.1 两种协作方式下价格与需求的比较

在核心企业协作方式中假设的市场均衡条件 $p_1 = p_0, k_1 = k_0$, 以及在对等协作方式中假设的市场均衡条件 $p_a = p_0, k_2 = k_0$, 都暗示着激烈竞争造成市场上所有产品的价格和质量逐渐趋同,这里不考虑垄断和产品推陈出新等因素(可以认为市场非均衡).而趋同的结果是价格和需求平均化(如果专指一种产品),但是供应链协作方式的差异还是造成了产品质量的差异,形成了收益大小的不同,这是比较符合市场状况的.因此,虽然用于计算指标的函数不同,两种不同协作方式还是得到了市场均衡条件下相同的产品价格和需求.

3.2 两种协作方式下质量的比较

利用 k_1^*/k_2^* 和 1 的比较来判断大小.在对等协作方式中, $k_2^* = \frac{1}{w} (\sqrt{r_0^2 + \frac{2r_0 w}{h}} - r_0) (\sqrt{r_0^2 + \frac{2r_0 w}{h}} + r_0) / (\sqrt{r_0^2 + \frac{2r_0 w}{h}} + r_0) = \frac{r_0 w}{h} / (\sqrt{r_0^2 + \frac{2r_0 w}{h}} + r_0)$. 则 $\frac{k_1^*}{k_2^*} = \frac{1}{2w} (r_0 + \sqrt{r_0^2 + \frac{2r_0 w}{h}}) > \frac{1}{2w} (r_0 + r_0) = \frac{r_0}{w} > \frac{r_0}{p} > 1$, 即 $k_1^* > k_2^*$.

因此,在核心企业协作方式下生产的产品质量要高于对等协作的产品.

3.3 两种协作方式下收益的比较

S_1^* 和 S_2^* 和中有共同项 r_0^2/h , 可以利用 $(r_0^2/h - S_1^*) / (r_0^2/h - S_2^*)$ 和 1 的比较来判断大小.

$$\frac{r_0^2/h - S_1^*}{r_0^2/h - S_2^*} = \frac{r_0^2/4h^2}{(\sqrt{hr_0^2 + r_0 w} - \sqrt{hr_0^2})^2 / 2} = \frac{(\sqrt{hr_0^2 + r_0 w} + \sqrt{hr_0^2})^2}{4h^2 w^2} = \left(\frac{\sqrt{\frac{r_0^2}{4w^2} + \frac{r_0^2}{4h^2 w}} + \sqrt{\frac{r_0^2}{4w^2}} \right)^2 > \left(2 \sqrt{\frac{r_0^2}{4w^2}} \right)^2 = \left(\frac{r_0}{w} \right)^2 > \left(\frac{r_0}{p} \right)^2 > 1, \text{ 即 } S_1^* < S_2^*.$$

因此,在对等协作下产品的收益要高于核心企业协作方式的收益.从图 1 上可以看出:抛物线 $S = r_0^2/(2hr_0)$ 和 $S = r_0^2/(4hr_0)$ 以及直线 $S = 1$ 所围成的区域是满足核心企业协作有非负收益的 (β, α) 解集;减函数 $S = \frac{1}{2w^2} (\sqrt{hr_0^2 + r_0 w} + r_0 \sqrt{h})^2$ 和直线 $S = 1, S = 1$ 所围成的区域是满足对等协作有非负收益的 (β, α) 解集.特别地,在抛物线 $S = r_0^2/(2hr_0), (0 \leq \beta \leq 1, 0 \leq \alpha \leq 1)$ 上的点都满足最优化核心企业协作的收益;而图中点 $S (\frac{1}{2w^2} (\sqrt{hr_0^2 + r_0 w} + r_0 \sqrt{h})^2 / w^2, 1)$ 满足最优化对等协作的收益.

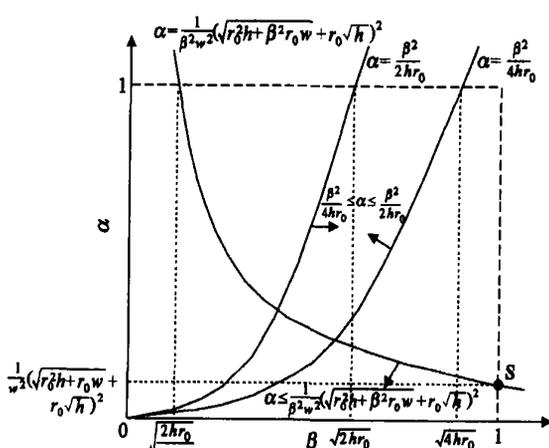


图 1 两种协作方式的可行解集和最优化解集
Fig. 1 Aggregation of feasible solutions and optimal solutions

4 结论

本文以两阶段供应链为例,由供应商和零售商在生产与销售过程中存在的利益冲突引出供应链的两种协作方式:核心企业协作方式及对等谈判协作方式.通过对比两种方式产生的供应链收益,阐述了在市场均衡条件下对等协作方式对供应链整体具有更好的激励作用.

文章在两种协作方式下都假设市场中所有生产

同类产品的供应链属于同一种协作方式.这样的假设有一定的依据,因为根据产品的生产与销售特点,最适合的生产技术和管理方法应该是被同行业普遍接受的,所以可以认为协作方式是供应链管理的范畴,被大部分同类企业采用.

文章假设市场从非均衡到形成均衡的过程很短,这是基于供应链与外部市场的信息完全互通的前提下.如果因为生产者竞争等因素使市场信息(产品的各项经济数据)不易获得,则均衡过程将要持续很长时间,这时比较市场非均衡时的收益要更有意义.对于有些供应链生产的高科技产品(包括其过渡产品),因为技术水平的竞争,产品生命周期很短,在市场还未熟悉以前已经被新产品替代了,市场难以达到均衡.特别地,在垄断产品的生产与销售中,价格与成本偏离太大,市场永远都不会因为竞争达到新的状态,研究市场均衡就缺乏必要性了.

文章结论认为:相对于核心企业协作,对等协作可以用产品质量的下降换来收益的提高.实际情况中,成熟的生产商往往把产品质量看作企业的生命线,因而这样的收益策略依然值得商榷.产品质量战略逐渐成为企业战略的重要组成部分,人们更倾向于寻求提高产品质量以适应市场竞争,并以质量取胜.现代生产理论和六西格玛理论及其实践的发展就迎合了生产企业的需要,通过企业重组,企业的利润不是降低而是提高.

从整体上,文章研究供应链管理不同协作方式在市场均衡时表现出的某些经济特征.事实上:就协作形式而言,应该不仅仅只有上述两种,它还可以包括进取(竞争)式协作、反馈式协作、正反激励式协作等;就信息交流的程度而言,可以探讨生产与销售的对称信息或者非对称信息对协作方式造成的影响;就协作对象的选择而言,可以延展到零售商和消费者之间,甚至可以扩展到复杂供应链的各级之间或者供应链与供应链之间;就协作手段的研究工具而言,可以利用博弈论、定价策略、神经网络算法、系统自适应理论等^[6].

考虑到市场均衡在很多情况下是难以达到并维持的,它更多是以瞬态出现的,因此,以系统的观点研究不同协作方式在市场非均衡条件下的规律性特征和它面临的风险,以及它对信息传递(降低“牛鞭效应”)的促进作用等,对于供应链管理的有关领域具有现实意义.从更广阔的视野来看,协作方式的不同对盈利组织或非赢利组织的运营管理和组织结构变革将造成怎样的影响,它应该如何评估,如何改进协作效率,这些都是值得进一步研究的课题.

参考文献:

- [1] 西姆奇-利瓦伊. 供应链设计与管理:概念、战略与案例研究[M]. 季建华译. 北京:中国财政经济出版社,2004. 8-10.
DAVID Simchi-Levi. Designing and managing the supply chain: concepts, strategies and case studies [M]. Beijing: China Financial and Economic Publishing House, 2004. 8-10.
- [2] WANG Hong-wei. A game-theoretical cooperative mechanism design for a two-echelon decentralized supply chain[J]. European Journal of Operational Research, 2004, (9): 372-373.
- [3] BALASUBRAMANIAN Sridhar. When not all conflict is bad: manufacturing-marketing conflict and strategic incentive design [J]. Management Science, 2004, (4): 491-493.
- [4] CHAUHAN S. Analysis of a supply chain partnership with revenue sharing[J]. International Journal of Production Economics, 2005, (7): 44-46.
- [5] 叶飞. 基于合作对策的供应链协作利益分配方法研究[J]. 计算机集成制造系统, 2004, (12): 1527.
YE Fei. Benefit allocation method for supply chain collaboration based on cooperation game [J]. Computer Integrated Manufacturing Systems, 2004, (12): 1527.
- [6] 邱建松. 供应链协作动因和协作机制研究[J]. 价值工程, 2003, (5): 32-33.
[6] QIU Jian-song. Study of collaboration cause and mechanism in supply chain [J]. Value Engineering, 2003, (5): 32-33.

(编辑:董程英)

论文排列说明

本刊发表材料、机械、能源、动力、电力、电子、信息、自动化、计算机、化工、建筑、水利、交通、航空、环境、管理、工程基础科学(数学、力学、物理、化学、晶体、天文、地球、生物等)等方面的论文.确定发表的论文按专业集中在一起.排列各专业论文时,参照了中国图书馆图书分类法的规则.