

# 不确定环境下链与链竞争纵向联盟与收益分享<sup>①</sup>

艾兴政, 马建华, 唐小我

(电子科技大学经济与管理学院, 成都 610054)

**摘要:** 基于需求不确定性环境, 构建两个制造商、两个排他性零售商构成的链与链价格竞争模型, 识别了纵向联盟的形成机制及制造商与零售商收益分享合同的选择范围, 并分析了产品竞争、价格风险对联盟及收益分享合同选择的影响. 研究结论表明, 联盟的选择不受价格风险的影响而取决于产品的竞争强度, 但基于联盟的零售商收益分享比例范围将随着价格波动的增加而逐渐提高.

**关键词:** 不确定性; 链与链竞争; 纵向联盟; 收益分享合同

**中图分类号:** F273   **文献标识码:** A   **文章编号:** 1007-9807(2010)07-0001-08

## 0 引言

从 1998 年开始 Blockbuster Video 与其主要的制片商引入了收益分享的合作模式, Blockbuster Video 同意让供应商分享其租赁收益的 30% ~ 45%, 以换取供应商价格从 65 美元降到 8 美元. 收益分享合同的绩效非常显著, 整个租金收入上升了 75%, 并且实施该机制的当年即 1998 年, Blockbuster Video 的市场份额从 25% 上升到 31%. 由于 Blockbuster Video 的成功运作, 使得一些具有独立所有权的录象带零售商认为, Blockbuster Video 模式正在将他们赶出市场<sup>[1]</sup>. 从此以后该模式作为一种新运作机制引起了管理学者的广泛关注和研究热情.

当企业间存在品牌竞争时, 收益分享合同作为一种重要的方法在一些行业使用. James<sup>[2]</sup>考察了一个制造商与竞争分销商的 VCD 租赁行业, 发现制造商希望弱化下游企业间的价格竞争并鼓励有效的库存持有, 而传统的两部定价不能实现这些目标; 较高批发价格能够弱化价格竞争但却扭

曲了下游企业的库存决策; 对收益分享合同机制研究表明, 较低批发价格能够实现激励目标. Yigal<sup>[3]</sup>讨论了组装零件的单个供应链系统, 发现收益分享合同能够实现渠道的协调并提高所有成员的收益. Cachon<sup>[4]</sup>研究了音像租赁行业的收益分享合同绩效, 并对比了回购合同、数量柔性合同, 发现收益分享合同能够协调需求依赖价格的报童问题, 而回购合同与数量柔性合同则不能实现系统的协调. 同样 Cachon 还对单个供应链系统的竞争零售商协调问题进行分析, 并解释分享合同机制为何没有在所有行业得到广泛采用的原因及其局限性.

当代企业之间的竞争已不仅仅是单个企业间的竞争, 而是供应链之间的竞争, 正如其他供应链上的独立零售商在面对 Blockbuster 供应链的收益分享合同机制竞争时所表现的忧虑, 如果其他竞争供应链也采取相应的合作机制, 则整个行业的均衡演化又将何去何从? 这是一个现实而有意义的问题. 尽管链与链竞争现象在业界形成一定的共识, 但该理论方面的研究并不多见. 本文将着手研

① 收稿日期: 2008-07-31; 修订日期: 2010-03-25.

基金项目: 国家自然科学基金重点资助项目 (70932005); 国家自然科学基金资助项目 (70772070); 电子科技大学中青年学术带头人培养计划资助项目 (Y02018023601051).

作者简介: 艾兴政 (1969-), 男, 四川华蓥人, 博士, 教授, 博士生导师, 加拿大约克大学 Schulich 商学院和西安大略大学 Ivey 商学院访问学者. Email: aix@uestc.edu.cn

究链与链竞争下收益分享合同绩效改进的可能性,为竞争供应链协调管理提供新的理论依据,具有理论和实际价值。

链与链竞争主要指多个制造商与专业中间商构成的多节点之间直接或间接的竞争,这一类模式认为多个制造商通过专业中间商对最终顾客进行竞争。最早提出链与链竞争或纵向与纵向竞争来自于营销研究领域,McGuire, Staelin<sup>[5]</sup>针对确定的线性需求函数,分析了两个制造商、两个排他性零售商的占优纵向结构,研究发现分散化结构从战略上使制造商之间避开可能残酷的价格竞争;Coughlan<sup>[6]</sup>将结果拓展到一般的需求函数并应用于电子行业;Moorthy<sup>[7]</sup>将分散化结构与战略纵向内相互作用联系起来;Tridedi<sup>[8]</sup>研究了确定型线性需求共用两个零售商的均衡结构;Atkins, Zhao<sup>[9]</sup>将竞争强度内生并考察了基于价格与服务竞争的供应链均衡结构;Zhou<sup>[10]</sup>、艾兴政<sup>[11]</sup>等基于对称和非对称讨价还价能力差异对竞争供应链占优结构影响进行了一些探索性研究。

Wu<sup>[12]</sup>明确地提出了链与链竞争模式,分析了基于库存竞争及退货政策条件下的两个制造商与相应的两个排他性零售商构成的竞争供应链均衡控制结构。艾兴政<sup>[13-14]</sup>考察了不确定环境下链与链竞争纵向控制结构选择以及充分退货政策的选择问题。李娟、黄培清等<sup>[15]</sup>针对链与链的品牌竞争分析不同库存管理模式对各方绩效的影响。鲁其辉、朱道立<sup>[16]</sup>识别了质量和价格竞争供应链的纵向协调均衡囚徒困境问题。廖涛等<sup>[17]</sup>基于成本差异和产品替代的链与链竞争纵向结构均衡进行研究,发现成本优势或结构变革是应对低效率的囚徒困境结构有效途径。廖涛等<sup>[18]</sup>基于价格和服务的链与链竞争环境识别了高中低服务成本对纵向结构均衡的影响。

本文构建了两个制造商、两个排他性零售商构成的链与链竞争模型,博弈结构为三阶段决策序列,首先,零售商与制造商决定是否形成纵向联盟,若形成纵向联盟将设置收益分享合同和零售价格;其二,若未形成纵向联盟,制造商制定批发价格;然后,基于零售商间价格博弈,零售商决定销售价格并发出订货要求,制造商满足零售商的订货。本文将揭示产品竞争和

价格波动风险对纵向联盟形成与收益分享合同选择影响机制。

## 1 基本模型

本文研究两个制造商与两个排他性零售商竞争供应链控制结构绩效,其信息结构为:制造商与零售商具有市场分布的先验知识,而零售商具有及时更新市场信息优势。基于经济学原理,两个具有替代性产品的价格函数如下

$$p_1 = a - q_1 - bq_2 \tag{1}$$

$$p_2 = a - q_2 - bq_1 \tag{2}$$

相应的逆需求函数为

$$q_1 = [a(1-b) - p_1 + bp_2] / (1-b^2) \tag{3}$$

$$q_2 = [a(1-b) - p_2 + bp_1] / (1-b^2) \tag{4}$$

$$a = 1 + \varepsilon, \varepsilon \approx N(0, v) \tag{5}$$

其中: $a$ 为顾客对产品的认同价值,不妨假定均值为1; $\varepsilon$ 为顾客认知差异和环境所导致的价格不确定性因素,服从均值为零与方差为 $v$ 正态分布, $v$ 代表了市场价格波动的风险大小,并且制造商与零售商具有这一先验分布知识; $b$ 为两个产品的替代程度且 $0 < b < 1$ ; $p_i$ 为第 $i$ 产品的零售价格; $q_i$ 为第 $i$ 产品的需求量;基于基本经验和直觉,零售商对产品价格波动因素的预测误差严重依赖于客观风险环境和零售商自身预测能力,在预测误差项中引入 $\sqrt{v}$ 因子,相对于文献[16]中的模式更为合理。当地区性价格波动风险极大时,预测误差较大;相反地区性价格波动风险较低时,预测误差也较小,一个极端的情形是:当地区性价格干扰因素变得确定时,预测误差显然为零。因此,构建更为合理的顾客价值的预测信息结构模型为

$$f_i = a + \sqrt{v}\varepsilon_i, \varepsilon_i \approx N(0, s), i = 1, 2 \tag{6}$$

其中: $f_i$ 为第 $i$ 零售商基于当地顾客群预测产品的价值, $\varepsilon_i$ 为基于第 $i$ 零售商对价格预测能力的预测误差随机变量, $s$ 为基于零售商对价格预测能力的预测误差方差。

式(6)对简化后继的边界条件分析非常重要。重复文献[19]的分析可以得到如下信息推断表达式。

$$a_i = E(a | f_i) = (1-t) + f_i \tag{7}$$

其中:  $t = \frac{1}{1+s}$  可解释为零售商对价格的预测能力系数, 通常假定两个零售商信息随机变量是独立的, 于是相应地有

$$E(f_j | f_i) = (1-t) + f_i \quad (8)$$

$$E(f_i - 1)^2 = v(s+1) = \frac{v}{t} \quad (9)$$

$$E(q_i | f_i) = [a_i(1-b) - E(p_i | f_i) + bE(p_{3-i} | f_i)] / (1-b^2), \quad i = 1, 2 \quad (10)$$

## 2 分散化结构下链与链竞争

首先, 考察制造商与零售商资产独立的分散化结构下两个链与链竞争的博弈行为, 不妨假定第一供应链由一个制造商与一个零售商构成, 第二供应链由另一个制造商与另一个零售商构成. 由于零售商拥有私有市场信息, 供应链中零售商的预期收益及决策为

$$M_{p_i} \max E(R_i | f_i) = (p_i - w_i)E(q_i | f_i) \quad (11)$$

供应链中制造商  $i$  预期收益为

$$M_{w_i} \max E(M_i) = w_i E(q_i) \quad (12)$$

令

$$p_1 = A + B(f_1 - 1) \quad (13)$$

$$p_2 = C + D(f_2 - 1) \quad (14)$$

其中:  $w_i$  为制造商  $i$  的批发价格,  $A, C$  分别代表两个链零售价格的确定性部分,  $B, D$  代表两个链零售价格随机部分的系数. 记下标  $dd$  为分散化结构情形, 基于纵向 Stackelberg 动态博弈规则及横向市场价格竞争均衡, 得到两个零售商价格均衡对应的表达式为

$$A_{dd} = C_{dd} = 3(4-b-b^2)/(16-9b^2) \quad (15)$$

$$B_{dd} = D_{dd} = t(1-b)/(2-bt) \quad (16)$$

分散化结构下零售商 1 与零售商 2 的预期收益为

$$E(R_{1dd}) = E(R_{2dd}) = [t(4-3b)^2 v + (2-bt)^2] \times (1-b) / [(4-3b)^2 (2-bt)^2 (1+b)] \quad (17)$$

分散化结构下制造商 1 与制造商 2 的预期收益为

$$E(M_{1dd}) = E(M_{2dd}) = 2(1-b) / [(1+b)(4-3b)^2] \quad (18)$$

从上式表明, 由于零售商完全承担了价格波动风险, 其预期收益随着价格波动风险  $v$  的增加与零售商预测能力系数  $t$  增加而获得补偿. 而制造商执行订单生产模式, 价格波动风险不影响其预期收益.

## 3 链与链竞争的纵向联盟与收益分享合同

基于纵向联盟的两个链与链竞争, 纵向联盟拥有自身产品市场的私有信息, 假设纵向联盟成本为零, 于是联盟的预期总收益及决策为

$$M_{p_i} \max E(T_i | f_i) = p_i E(q_i | f_i) \quad (19)$$

重复记号 (13) ~ (14), 记下标  $cc$  为中心化竞争供应链情形,  $A_{cc}, C_{cc}$  分别代表两个链零售价格的确定性部分,  $B_{cc}, D_{cc}$  代表两个链零售价格随机部分的系数, 得到竞争均衡结果分别为

$$A_{aa} = C_{aa} = (1-b)/(2-b) \quad (20)$$

$$B_{aa} = D_{aa} = t(1-b)/(2-bt) \quad (21)$$

由式 (20) 知, 均衡价格随竞争强度  $b$  的增加而减少. 相应地, 联盟无条件预期总收益为

$$E(T_{1aa}) = E(T_{2aa}) = (4t + b^2 t - 4bt)v + [b^2 t^2 - 4bt + 4](1-b) / [(2-b)^2 (1+b)(2-bt)^2] \quad (22)$$

基于联盟的行业制造商与零售商收益分割比例分别为  $1-x, x$ , 于是制造商与零售商收益为

$$E(M_{1aa}) = E(M_{2aa}) = (1-x)(4t + b^2 t - 4bt)v + [b^2 t^2 - 4bt + 4](1-b) / [(2-b)^2 (1+b)(2-bt)^2] \quad (23)$$

$$E(R_{1aa}) = E(R_{2aa}) = x(4t + b^2 t - 4bt)v + [b^2 t^2 - 4bt + 4](1-b) / [(2-b)^2 (1+b)(2-bt)^2] \quad (24)$$

## 4 分散化供应链与纵向联盟供应链竞争及收益分享合同

基于纵向联盟供应链与分散化结构供应链竞争, 假定第一供应链为纵向联盟, 第二供应链为分散化结构, 第一供应链联盟的预期总收益及决策为

$$M_{p_1} \max E(T_1 | f_1) = p_1 E(q_1 | f_1) \quad (25)$$

第二供应链零售商、制造商收益表达式为

$$M_{p_2} \max E(R_2 | f_2) = (p_2 - w_2) E(q_2 | f_2) \quad (26)$$

$$M_{w_2} \max E(M_2) = w_2 E(q_2) \quad (27)$$

重复记号 (13) ~ (14), 记下标 ad 为竞争供应链情形,  $A_{ad}$ 、 $C_{ad}$  分别代表第一第二链零售价格的确定性部分,  $B_{ad}$ 、 $D_{ad}$  分别代表第一、第二链零售价格随机部分的系数, 得到竞争均衡结果分别为

$$A_{ad} = (4 - b - 3b^2) / (8 - 3b^2) \quad (28)$$

$$B_{ad} = t(1 - b) / (2 - bt) \quad (29)$$

$$C_{ad} = 3(2 - b - b^2) / (8 - 3b^2) \quad (30)$$

$$D_{ad} = t(1 - b) / (2 - bt) \quad (31)$$

相应地, 联盟预期总收益

$$E(T_{vad}) = \{ [bt - bt^2(1 - b) / (2 - b) - t]^2 v / t + [b - b(6 - 3b - 3b^2) / (8 - 3b^2) - 1]^2 \} / [4(1 - b^2)] \quad (32)$$

基于联盟收益分享的制造商与零售商预期收益为

$$E(M_{vad}) = (1 - x) \{ [bt - bt^2(1 - b) / (2 - b) - t]^2 \times v / t + [b - b(6 - 3b - 3b^2) / (8 - 3b^2) - 1]^2 \} / [4(1 - b^2)] \quad (33)$$

$$E(R_{vad}) = x \{ [bt - bt^2(1 - b) / (2 - b) - t]^2 v / t + [b - b(6 - 3b - 3b^2) / (8 - 3b^2) - 1]^2 \} / [4(1 - b^2)] \quad (34)$$

分散化零售商预期收益

$$E(R_{2ad}) = \{ [2bt - 2t - 2bt^2(1 - b) / (2 - bt)]^2 v / t + [1 - b - (4 - b - 3b^2) / (8 - 3b^2)b]^2 \} / [16(1 - b^2)] \quad (35)$$

分散化制造商预期收益

$$E(M_{2ad}) = 2(2 + b)^2(1 - b) / [(1 + b)(8 - 3b^2)^2] \quad (36)$$

### 5 比较分析

#### 5.1 市场竞争对联盟演化与收益分享合同的影响

记  $EM_{1aa} = EM_{1ad}$  关于零售商收益分享比例  $x$  的边界为  $x_1$ , 则

$$x_1 = [ (2 - b)^2 (4 - 3b)^2 tw + (7b^2 - 16b + 8)(2 - bt)^2 ] /$$

$$\{ (4 - 3b)^2 [ t(2 - b)^2 v + (2 - bt)^2 ] \} \quad (37)$$

记  $EM_{2aa} = EM_{2ad}$  关于零售商收益分享比例  $x$  的边界为  $x_2$ , 则

$$x_2 = [ t(2 - b)^2 (8 - 3b^2)^2 v + (32 + 7b^4 - 32b^2) \times (2 - bt)^2 ] / \{ (8 - 3b^2)^2 [ t(2 - b)^2 v + (2 - bt)^2 ] \} \quad (38)$$

记  $EM_{1dd} = EM_{1ad}$  关于零售商收益分享比例  $x$  的边界为  $x_3$ , 则

$$x_3 = [ (4 - 3b)^2 (8 - 3b^2)^2 tw + (128 + 63b^4 - 192b^2) \times (2 - bt)^2 ] / \{ (4 - 3b)^2 [ (9b^4 - 48b^2 t + 64t)v + (4 + 3b)^2 (2 - bt)^2 ] \} \quad (39)$$

记  $ER_{1aa} = ER_{1dd}$  关于零售商收益分享比例  $x$  的边界为  $x_4$ , 则

$$x_4 = [ (4 - 3b)^2 tw + (2 - bt)^2 ] (2 - b)^2 / \{ (4 - 3b)^2 [ (2 - b)^2 tw + (2 - bt)^2 ] \} \quad (40)$$

记  $ER_{2aa} = ER_{2ad}$  关于零售商收益分享比例  $x$  的边界为  $x_5$ , 则

$$x_5 = (2 - b)^2 [ (8 - 3b^2)^2 tw + (2 + b)^2 (2 - bt)^2 ] / \{ (2 - b)^2 tw + (2 - bt)^2 \} (8 - 3b^2)^2 \quad (41)$$

记  $ER_{1dd} = ER_{1ad}$  关于零售商收益分享比例  $x$  的边界为  $x_6$ , 则

$$x_6 = [ (4 - 3b)^2 tw + (2 - bt)^2 ] / \{ (4 - 3b)^2 [ (8 - 3b^2) \times tw + (4 + 3b)^2 (2 - bt)^2 ] (8 - 3b^2)^2 \} \quad (42)$$

命题 1 当  $0 < b < 0.4226$  且  $x_4 < x < x_1$  时, 则  $EM_{1dd} < EM_{1aa}$ ;  $ER_{1dd} < ER_{1aa}$ ;

证明 两条联盟供应链竞争与两条分散化供应链竞争的制造商收益比较为

$$EM_{1aa} - EM_{1dd} = (b - 1) [ (2 - b)^2 tw + (2 - bt)^2 ] \times (x - x_1) / [ (2 - b)^2 (1 + b) (2 - bt)^2 ]$$

由假定条件易知, 当  $x < x_1$  时,  $EM_{1aa} - EM_{1dd} > 0$  即  $EM_{1aa} > EM_{1dd}$ ;

又两条联盟供应链竞争与两条分散化供应链竞争的零售商收益比较为

$$ER_{1aa} - ER_{1dd} = (1 - b) [ (2 - b)^2 tw + (2 - bt)^2 ] \times (x - x_4) / [ (2 - b)^2 (1 + b) (2 - bt)^2 ]$$

由假定条件易知, 当  $x > x_4$  时,  $ER_{1aa} - ER_{1dd} > 0$  即  $ER_{1aa} > ER_{1dd}$ ;

由于  $x_1 - x_4 = 6(1.5774 - b)(0.4226 - b)(2 - bt)^2 / \{ (4 - 3b)^2 [ (2 - b)^2 tw + (2 - bt)^2 ] \}$ ,

显然, 当  $0 < b < 0.4226$  时, 有  $x_1 > x_4$ , 于是当  $0 < b < 0.4226$  且  $x_4 < x < x_1$  时, 则  $EM_{1dd} < EM_{1aa}; ER_{1dd} < ER_{1aa}$ , 命题 1 得证. 证毕.

命题 1 表明: 在产品替代程度低于 0.4226 且零售商在联盟中份额位于  $(x_4, x_1)$  范围时, 而且该范围严重依赖于价格波动风险、产品竞争程度与零售商预测能力系数, 则无论从制造商还是零售商角度, 两条供应链纵向联盟间的竞争结构优于两条供应链分散化链与链的竞争结构. 由于横向价格竞争加剧导致纵向外部性得以弱化, 纵向联盟失去价值基础, 从而这种收益分享合同的范围随着产品替代程度的增加逐渐缩小并最终消失.

命题 2 当  $0 < b < 0.7507$  且  $x_6 < x < x_3$  时, 则  $EM_{1dd} < EM_{1aa}; ER_{1dd} < ER_{1aa}$ ;

证明 在竞争对手供应链结构为分散化条件下, 自身供应链结构为分散化与联盟化的制造商收益比较为

$$EM_{1dd} - EM_{1ad} = (1-b)[(8-3b^2)w + (2-bt)^2(4+3b)^2](x-x_3) / [(1+b)(2-bt)^2(8-3b^2)^2]$$

当  $x < x_3$  时, 又假定条件易知  $EM_{1dd} < EM_{1ad}$ ;

在竞争对手供应链结构为分散化条件下, 自身供应链结构为分散化与联盟化的零售商收益比较为

$$ER_{1dd} - ER_{1ad} = (b-1)[(8-3b^2)w + (2-bt)^2(4+3b)^2](x-x_6) / [(1+b)(2-bt)^2(8-3b^2)^2]$$

当  $x > x_6$  时, 又假定条件知  $ER_{1dd} < ER_{1ad}$ ; 又由于

$$x_3 - x_6 = 54(b^2 - 2.1031)(b - 0.7507) \times (b + 0.7507)(2 - bt)^2 / \{(8 - 3b^2)^2 w + (4 + 3b)^2 (2 - bt)^2\}$$

当  $0 < b < 0.7507$  时, 则  $x_3 > x_6$ ; 于是当  $0 < b < 0.7507$  且  $x_6 < x < x_3$  时, 则  $EM_{1dd} < EM_{1ad}; ER_{1dd} < ER_{1ad}$ , 故命题 2 得证.

该命题 2 表明: 在产品替代程度低于 0.7507 且零售商在联盟中份额位于  $(x_6, x_3)$  范围时, 基于竞争对手分散化供应链结构下, 第一供应链无论从制造商还是零售商角度, 纵向联盟结构优于分散化供应链结构选择. 然而这种收益分享合同的范围也随着产品替代程度的增加逐渐缩小并最终消失.

命题 3 当  $0 < b < 0.9194$  且  $x_5 < x < x_2$  时, 则  $EM_{2dd} < EM_{2aa}; ER_{2dd} < ER_{2aa}$ ;

证明 在竞争对手供应链结构为联盟化条件下, 自身供应链结构为分散化与联盟化的制造商收益比较为

$$EM_{2dd} - EM_{2ad} = (b-1)[(2-b)^2 w + (2-bt)^2](x-x_2) / [(2-b)^2(1+b)(2-bt)^2]$$

当  $x < x_2$  时, 则显然有  $EM_{2dd} < EM_{2ad}$ ;

在竞争对手供应链结构为联盟化条件下, 自身供应链结构为分散化与联盟化的零售商收益比较为

$$ER_{2dd} - ER_{2ad} = (b-1)[(2-b)^2 w + (2-bt)^2](x-x_5) / [(2-b)^2(1+b)(2-bt)^2]$$

当  $x > x_5$  时, 则有  $ER_{2dd} < ER_{2ad}$ ;

由于有

$$x_2 - x_5 = 6(b^2 - 3.1547)(b - 0.9194) \times (b + 0.9194)(2 - bt)^2 / \{(8 - 3b^2)^2 [(2 - b)^2 w + (2 - bt)^2]\}$$

当  $0 < b < 0.9194$  时, 则  $x_2 > x_5$ ; 于是当  $0 < b < 0.9194$  且  $x_5 < x < x_2$  时, 则  $EM_{2dd} < EM_{2ad}; ER_{2dd} < ER_{2ad}$ , 即命题 3 成立.

该命题 3 表明: 在产品替代程度低于 0.9194 且零售商在联盟中份额位于  $(x_5, x_2)$  范围时, 基于竞争对手供应链纵向联盟结构下, 第二供应链无论从制造商还是零售商角度, 纵向联盟结构优于分散化供应链结构选择. 然而这种基于联盟收益分享合同的范围只有在产品替代程度极高条件下才可能最终消失.

引理 1  $x_2 > x_3 > x_1; x_4 > x_5, x_4 > x_6$ ;

证明 由于有

$$x_2 - x_3 = 8b(2-bt)^2[(8-b-3b^2) \times (2-b)^2(8-3b^2)^2 w + 2b(2-b^2) \times (32-9b^2)(2-bt)^2] / \{(4-3b)^2 \times [(8-3b^2)^2 w + (4+3b)^2(2-bt)^2]\} \times (8-3b^2)^2[(2-b)^2 w + (2-bt)^2] > 0$$

即  $r_2 > r_3$ ;

又由于  $x_3 - x_1 = 8b(8+b-3b^2)(2-bt)^4 / \{(4-3b)^2[(8-3b^2)^2 w + (4+3b)(2-bt)^2]\}[(2-b)^2 w^2 + (2-bt)^2] > 0$  即  $r_3 > r_1$ ;

$$x_4 - x_5 = 4b(8-b-3b^2)(2-b)^2 \times (2-bt)^2 / \{(8-3b^2)^2 \times$$

$$[(2-b)^2 tw + (2-bt)^2](4-3b)^2 > 0$$

即  $x_4 > x_5$ , 故引理得证. 证毕.

引理 1表明: 当  $0 < b < 0.4226$  时, 区域  $(x_4, x_1) \subset$  区域  $(x_5, x_2)$ , 区域  $(x_4, x_1) \subset$  区域  $(x_6, x_3)$ .

由于  $x_1 - x_4 = 6(b - 0.4226)(b - 1.5774)(2 - bt)^2 / \{(4 - 3b)^2 [(2 - b)^2 tw + (2 - bt)^2]\}$ , 于是得到如下引理 2 的结论:

引理 2 当  $0 < b < 0.4226$  则  $x_4 < x_1$ .

又命题 1至命题 3及引理 1 ~ 引理 2容易得到如下重要的结果:

命题 4 当  $0 < b < 0.4226$ 且  $x_4 < x < x_1$  时, 各竞争供应链实施纵向联盟的收益分享合同为制造商和零售商都实现 Pareto 绩效改进的贝叶斯均衡.

该命题 4表明: 在产品替代程度低于 0.4226 且零售商在联盟中份额位于  $(x_4, x_1)$  范围时, 无论从制造商还是零售商角度, 两条供应链将形成纵向联盟, 并且收益分享合同也实现了两条链的纵向协调. 而且值得注意的是, 纵向联盟的选择不受价格波动风险的影响而取决于产品的竞争强度, 这一点显著不同于传统基于制造商或零售商分析结论.

为直观显示命题 4结论, 取  $t = 0.8, v = 0.9$  情形进行数值模拟, 纵向联盟的收益分享合同均衡区域 I(即区域  $(x_4, x_1)$ ) 随产品替代程度增加其可行的范围逐渐缩小, 其演变过程如图 1区域 I所示.

基于  $b = 0$ 与  $b > 0.4226$ 情形重复上述推证过程, 可以得到如下特殊的结论:

推论 1 1) 当  $b = 0$ 且  $\frac{4tv + 1}{4tv + 4} < x < \frac{2tw + 1}{2tw + 2}$

时, 则各竞争供应链实施纵向联盟的收益分享合同为制造商和零售商都实现 Pareto 绩效改进的贝叶斯均衡策略;

2) 当  $b > 0.4226$  则各竞争供应链实施纵向联盟的收益分享合同对制造商和零售商都不是可行的贝叶斯均衡策略.

推论 1情形 1表明: 当市场为垄断供应链结构时, 纵向联盟可以形成并实现纵向协调, 而且基于联盟的零售商收益分享比例随价格波动风险与零

售商预测能力系数的增加而有进一步提升的空间. 情形 2表明: 当产品替代程度适当大时, 由于横向价格竞争加剧弱化了纵向的双重边际行为, 各竞争供应链纵向联盟将破裂, 从而分享合同不可实施.

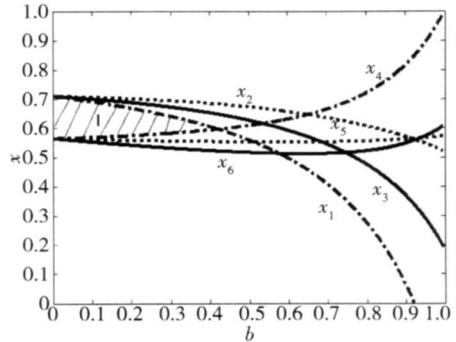


图 1  $t = 0.8, v = 0.9$  分享合同均衡区域与  $b$  的演化  
Fig. 1 Equilibrium evolution of revenue contract with  $b$  conditional on  $t = 0.8, v = 0.9$

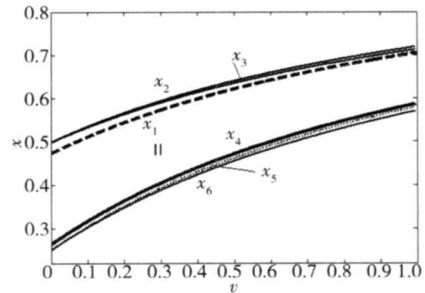


图 2  $b = 0.1, t = 0.3$  分享合同均衡区域与  $v$  的演化  
Fig. 2 Equilibrium evolution of revenue contract with  $v$  conditional on  $b = 0.1, t = 0.3$

### 5.2 价格波动风险对联盟演化与收益分享合同的影响

基于命题 4 的结论, 可以得到基于价格波动风险对纵向联盟及收益分享合同影响结论如下:

推论 2 1)  $\partial x_i / \partial v > 0, i = 1, 4$  当  $v \rightarrow \infty$  且  $0 < b < 0.4226$  及  $x \rightarrow 1$ ;

2) 当  $v = 0$  且  $0 < b < 0.4226$  及  $\frac{(2-b)^2}{(4-3b)^2} < x < \frac{7b^2 - 16b + 8}{(4-3b)^2}$  时, 纵向联盟收益分享合同为贝叶斯均衡; 特别地, 当  $b = 0, v = 0$  则收益分享合同的范围为  $0.25 < x < 0.5$

证明 由于  $\partial x_1 / \partial v = 2t(2-b)^4(2-bt)^2 / \{(4-3b)^2 [(2-b)^2 tw + (2-bt)^2]\} > 0$   
 $\partial x_4 / \partial v = 4t(2-b)^2(1-b)(3-2b)(2-bt)^2 /$

$$\{(4-3b)^2[(2-b)^2w+(2-bt)^2]\} > 0$$

再又命题 4 及极限的简单计算即可得到 [推论 2] 的余下部分, 故推论成立.

推论 2 情形 1 表明: 当产品替代程度较低时, 各竞争供应链实施纵向联盟收益分享合同的协调范围随价格波动风险增加而增加, 特别地, 当价格波动风险极大时, 零售商通过市场信息优势而获取收益的外部机会将增加, 从而零售商将获取联盟收益的主要份额. 情形 2 表明: 当无价格波动风险且产品替代程度较低时, 存在纵向联盟均衡收益分享合同实现各主体 Pareto 绩效改进; 特别地, 当市场无风险也无竞争时, 零售商在联盟中均衡收益分享协调范围为 (0.25, 0.5). 为直观显示 [推论 2] 的结果, 取  $b = 0.1$ ,  $t = 0.3$  进行数值模拟, 得到均衡收益分享合同范围 ( $x_4 < x < x_1$ ) 随价格波动风险增加而逐渐提高的演化过程, 如图 2 所示.

## 6 结束语

本文针对不确定环境下链与链竞争纵向联盟及收益分享合同选择进行建模和分析, 研究结果表明, 在产品替代程度低于 0.4226 且零售商在联盟中份额位于 ( $r_4, r_1$ ) 范围时, 无论从制造商还是零售商角度, 两条供应链形成纵向联盟并且收益分享合同实现了纵向协调, 并且随着价格波动风险的增加而这种可协调零售商份额范围逐渐提高. 由于横向价格竞争加剧导致纵向外部性得以弱化, 当产品替代程度高于 0.4226 纵向联盟将瓦解, 从而收益分享合同的范围随着产品替代程度的增加逐渐缩小并最终消失, 纵向联盟的选择不受价格波动风险的影响而取决于产品的竞争强度, 这一点显著不同于传统基于制造商或零售商分析的结论.

## 参考文献:

- [1] Shapiro E. Movies Blockbuster seeks a new deal with Hollywood [J]. Wall Street Journal, 1999, 3(25): 1
  - [2] Dana J D, Spier J K. Revenue sharing, Demand Uncertainty, and Vertical Control of Competitions [R]. Working Paper, Evanston, Northwestern University, 1999
  - [3] Gerchak Y, Wang Y. Revenue sharing vs. wholesale price contracts in assembly systems with random demand [J]. Production and Operation Management, 2004, 13(1): 23-33
  - [4] Cachon G P, Lariviere M A. Supply chain coordination with revenue sharing contracts: Strengths and limitations [J]. Management Science, 2005, 15(1): 30-44
  - [5] McGuire T W, Staelin R. An industry equilibrium analysis of downstream vertical integration [J]. Marketing Science, 1983, 2(2): 161-191
  - [6] Coughlan A T. Competition and cooperation in marketing channel choice: Theory and application [J]. Marketing Science, 1985, 4(4): 110-129
  - [7] Moorthy K S. Decentralization in channels [J]. Marketing Science, 1988, 7(7): 335-355
  - [8] Trivedi M. Distribution channels: An extension of exclusive retailship [J]. Management Science, 1998, 44(7): 231-246
  - [9] Atkins D, Zhao X. Supply Chain Structure under Price and Service Competition [R]. Working Paper, Vancouver, University of British Columbia, 2003
  - [10] Zhou Lan, Ai Xingzheng, Zhang Chi. Study about the asymmetry competing channel structure under bargaining power [J]. Journal of Electronic Science and Technology of China, 2005, 3(1): 73-78
  - [11] 艾兴政, 唐小我. 基于讨价还价能力的竞争供应链纵向结构绩效研究 [J]. 管理工程学报, 2007, 19(2): 123-125
- Ai Xingzheng, Tang Xiaowo. Research on performance of vertical structure of competitive supply chain based on bargaining power [J]. Journal of Management Engineering, 2007, 19(2): 123-125. (in Chinese)

- [12] Wu Q, Chen H. Chair chain Competition under Dem and Uncertainty[R]. Working Paper Vancouver University of British Columbia 2003
- [13] 艾兴政, 唐小我. 不确定环境下链与链竞争的纵向控制结构绩效[J]. 系统工程学报, 2008, 28(2): 188–193.  
A i X ingzheng Tang X iaowo Performance of vertical control structure of chain to chain competition under uncertainty[J]. Journal of System Engineering, 2008, 28(2): 188–193 (in Chinese)
- [14] 艾兴政, 廖 涛, 唐小我. 链与链竞争的充分退货政策[J]. 系统工程学报, 2008, 28(6): 727–734.  
A i X ingzheng Liao Tao Tang X iaowo Full return policy of chain to chain competition[J]. Journal of System Engineering 2008, 28(6): 727–734 (in Chinese)
- [15] 李 娟, 黄培清, 顾 峰, 等. 基于供应链间品牌竞争的库存管理策略研究[J]. 管理科学学报, 2009, 12(3): 71–76.  
Li Juan, Huang Peiqing Gu Feng et al Research on inventory strategy based on brand competition of supply chain[J]. Journal of Management Sciences in China 2009, 12(3): 71–76 (in Chinese)
- [16] 鲁其辉, 朱道立. 质量与价格竞争供应链的均衡与协调策略研究[J]. 管理科学学报, 2009, 12(3): 56–64.  
Lu Q ihui Zhu Dao li Study about equilibrium and coordination strategy of quality and price competition of supply chain [J]. Journal of Management Sciences in China 2009, 12(3): 56–64 (in Chinese)
- [17] 廖 涛, 艾兴政, 唐小我. 基于成本差异与产品替代的链与链竞争纵向结构[J]. 控制与决策, 2009, 24(7): 1110–1114.  
Liao Tao A i X ingzheng Tang X iaowo Vertical structure of chain-chain competition based on the cost difference and product substitutability[J]. Control and Decision, 2009, 24(7): 1110–1114 (in Chinese)
- [18] 廖 涛, 艾兴政, 唐小我. 链与链基于价格和服务竞争纵向结构选择[J]. 控制与决策, 2009, 24(10): 1540–1546.  
Liao Tao A i X ingzheng Tang X iaowo Vertical structure choice of chain-chain competition based on price and service[J]. Control and Decision, 2009, 24(10): 1540–1546 (in Chinese)
- [19] Yao D Q, et al The impact of information sharing on a return policy with the addition of a direct channel[J]. International Journal of Production Economics 2005, 97(2): 196–209.
- [20] McCollin C. Video stores put stock in change[J]. Morning Star, 1998, 10(2): 6
- [21] Pope K. Law suits allege unfair practices by Blockbuster[J]. Wall Street Journal 1999, 7(23): 4

## Vertical alliances and revenue sharing of chain to chain competition under uncertainty

*AI Xing-zheng, MA Jian-hua, TANG X iaowo*

School of Management and Economics, University of Electric Science and Technology of China, Chengdu 610054, China

**Abstract** This paper proposed chain to chain price competition models defined by two manufacturers and two exclusive retailers under demand and uncertainty. We identified the valid mechanism for vertical alliances formation and the range of revenue sharing contracts, and also analyzed the impact of product competition and price risk on the choice of alliances and revenue sharing contract. The results suggest that the alliances are dependent on the intensity of product competition whereas independent of price risk. However, the proportion range for retailer revenue sharing contract based on the alliances will increase with the price risk.

**Key words** uncertainty; chain to chain competition; vertical alliances; sharing revenue contract