

# 基于交叉销售的竞争供应链纵向契约研究<sup>①</sup>

李晓静<sup>1</sup>, 艾兴政<sup>2</sup>, 唐小我<sup>2</sup>

(1. 四川师范大学商学院, 成都 610101; 2. 电子科技大学经济与管理学院, 成都 610054)

**摘要:** 考虑市场上存在两个竞争性制造商和两个竞争性零售商, 且每个制造商都由两个共同的零售商来分销产品, 进而形成交叉销售的竞争供应链模型. 研究该模型下制造商契约选择的动态演化过程. 分析收益分享契约同时实现制造商与零售商利润改进的条件. 结果显示: 制造商的契约选择严重依赖于产品间的竞争强度, 零售商间竞争强度只起到催化剂的作用. 当产品间的竞争较弱, 收益分享比例设置在合适范围内时, 制造商由最初的批发价契约转化为收益分享契约, 且此时收益分享契约为占优策略. 否则, 两者将因为收益分享比例无法达成一致, 被迫以批发价契约进行交易.

**关键词:** 竞争供应链; 交叉销售; 收益分享契约; 批发价契约

**中图分类号:** F273    **文献标识码:** A    **文章编号:** 1007-9807(2016)10-0117-10

## 0 引言

供应链成员只追求自身利益的最大化, 往往会伤害整条供应链的利益, 形成所谓的“双重边际效应”. 收益分享契约是一种常见的协调机制, 它不仅可以减少供应链成员间的冲突, 也可以实现成员间的收益分享, 风险共担. 早在1998年, Blockbuster Video 就与上游供应商达成了收益分享合作模式, 同意让供应商分享自己收益的30%~45%, 这种模式绩效非常显著, 使整年的收入上升了75%<sup>[1]</sup>. 从此以后收益分享契约得到企业界的广泛关注. 此外, 在经济快速发展的今天, 产品间的横向竞争已不再局限于企业与企业间的竞争, 更多的表现为供应链与供应链间的竞争, 节点企业只有管理好产品的供应链, 才能赢来自己与成员的长期发展. 如, 下游企业麦当劳、肯德基等通过自己标准化的管理在消费者市场获得了较好的口碑, 但其供应商上海福喜集团生产黑心肉的事件直接伤害了其品牌的发展. 鉴于

此, 供应链横向竞争下纵向企业间的契约设计就成为值得探讨的问题. 如当横向竞争对手的契约选择发生变化时如何影响自己供应链上下游企业间的合作? 当下游零售商间的竞争强度发生变化时, 上游制造商又应该采用何种契约类型与之相匹配? 如何设计收益分享机制才能实现供应链内制造商与零售商的双赢? 这都是本文要讨论的问题.

学术界关于收益分享契约的研究非常丰富, 大致可以分为两类: 一类是关于单条供应链的结构. 如: Cachon 和 Lariviere<sup>[2]</sup> 以批发价契约为基准, 分析了市场上存在一个制造商与一个零售商时, 收益分享契约如何实现供应链成员间的合作与协调. Wang 等<sup>[3]</sup> 基于单条供应链的结构研究了不提供批发价的收益分享合约, 结果显示整个供应链与各节点企业的利润都严重依赖于价格弹性系数和零售商的成本分享. 另一类是仅考虑下游企业存在竞争. Gerchak 等<sup>[4]</sup> 构建一个上游企

① 收稿日期: 2013-12-16; 修订日期: 2015-04-18.

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(71372140); 教育部人文社会科学规划青年基金资助项目(16YJC630057); 四川省社科规划青年基金资助项目(SC16C030).

作者简介: 李晓静(1981-), 女, 河南安阳人, 博士生. Email: jing811207@163.com

业销售产品给多个下游企业的 VMI 模型,考察了随机需求下收入分层机制以及最优库存量等问题. Yao 等<sup>[5]</sup>基于需求不确定的角度研究了只有零售商相互竞争时收益分享机制的设计. Øystein 等<sup>[6]</sup>考虑制造商与零售商间信息不对称,探讨了当收益分享比例受到产品零售价格影响时纵向契约的选择问题. 近几年,还有学者关注于多个上游企业对一个下游企业的收益分享机制,如: Lee 和 Yang<sup>[7]</sup>考察了当制造商间存在竞争,零售商垄断时,收益分享契约与数量折扣契约对供应链成员的影响. 不难发现,以上文献并没有涉及到多个制造商与多个零售商的市场结构. 而现实生活中制造商与零售商往往存在着竞争者,尤其是像手机、家电、服装、玩具等竞争激烈的行业. 因此,基于两个制造商与两个零售商组成的供应链(即竞争供应链)对收益分享契约的研究就更有理论与现实意义.

关于竞争供应链的研究,多数学者关注竞争供应链中纵向结构的讨论. 如: McGuire 和 Staelin<sup>[8]</sup>采用线性需求函数,识别了两个制造商与两个排他性零售商的占优纵向结构,结果发现一定条件下分散式结构可以避免残酷的价格竞争使制造商利润达到最优. Moorthy<sup>[9]</sup>基于纵向成员间的战略行为对文献[8]的模型进行了改进. Trivedi<sup>[10]</sup>讨论了两个竞争性制造商和两个竞争性零售商构成的三种渠道均衡结构(即均为一体化,均为分散化的链与链竞争结构,以及一个制造商对应两个零售商的竞争供应链). 艾兴政等<sup>[11]</sup>考察了不确定环境下链与链竞争的纵向结构均衡,其发现制造商对纵向结构的选择同时依赖于市场风险,信息预测能力,以及市场竞争强度. 鲁其辉和朱道立<sup>[12]</sup>研究了需求同时受产品质量与价格影响时两条竞争性供应链的纵向结构选择,结果发现一体化策略也可能出现囚徒困境现象. Zhao 和 Shi<sup>[13]</sup>针对两个竞争性的供应链探讨了企业的纵向控制结构,其中每条供应链都由多个制造商与一个零售商构成. 结果显示若外部竞争较强,则分散化结构比集中化结构更有利,但这会随着制造商数量的增加而变化. Wu 和 Mallik<sup>[15]</sup>对文献[10]的模型进行拓展,比较了竞争供应链中可能存在的六种纵向控制结构. 以上研究主要集中于对比供应链纵向一体化与分散化结构的优劣,

没有考虑分散化结构中上下游企业间的契约合作,更没有涉及如何通过契约设计来实现供应链及其成员利润的最优.

近几年,开始有一些学者将注意力转向竞争供应链的契约设计. Ha 和 Tong<sup>[16]</sup>通过建立需求不确定下的竞争供应链模型,考察了两条排他性供应链采用菜单契约和线性价格契约下零售商信息共享的价值. 艾兴政等<sup>[17-19]</sup>针对两个制造商和两个排他性零售商组成的市场,从需求信息不对称和规模不经济等角度分析了复杂契约(如:收益分享契约,两部定价契约等)与批发价契约下各供应链成员的绩效. 然而,以上文献均局限于两条排他性供应链的研究. 这种情况是存在的,但市场上更多的是交叉销售的供应链结构,即每个制造商都通过两个共同的零售商来分销自己的产品. 如家电行业的制造商海尔和海信均通过两个零售商国美与苏宁分销自己的产品. 与排他性供应链不同,在交叉销售供应链中制造商与零售商间都存在各自不同的竞争强度.

目前,学术界关于交叉销售供应链的研究较少. Cai 等<sup>[14]</sup>对比了排他性销售与交叉销售下供应链各成员的利润,但其没有考虑制造商与零售商间的差异化竞争,更没有讨论交叉销售结构下的契约设计问题. Feng 等<sup>[20]</sup>也考虑到了交叉销售的供应链结构,但其重点在于考察斯塔伯格模型与讨价还价模型的优劣,且只局限于两个完全对称的制造商. 为了弥补文献[18-19]的空白,本文首先考虑了两个制造商对纵向契约的差异性选择,分析了竞争对手契约发生转变时对制造商契约选择的影响,为交叉销售竞争供应链的研究提供了更一般性的理论框架. 其次,基于交叉销售的供应链结构,考察了外部横向竞争与制造商契约选择以及收益分享机制设计的关系. 同时,识别了制造商契约选择的动态演化过程以及收益分享契约同时实现制造商与零售商利润改进的条件.

## 1 问题的描述与假设

本文构建了两个制造商与两个零售商组成的

竞争供应链模型. 其中制造商生产替代性产品, 且将产品同时销售给两个竞争性零售商, 于是形成了交叉式销售的竞争供应链, 如图 1 所示. 制造商既可以选择与零售商形成联盟的收益分享契约, 也可以选择简单的批发价契约, 选择的结果会导致四种可能的契约组合: WW(两个制造商均采

用批发价契约), RR(两个制造商均采用收益分享契约), WR(制造商 1 采用批发价契约, 制造商 2 采用收益分享契约), RW(制造商 1 采用收益分享契约, 制造商 2 采用批发价契约). 由于组合 RW 与 WR 对称, 限于篇幅, 接下来只对组合 WR 进行讨论.

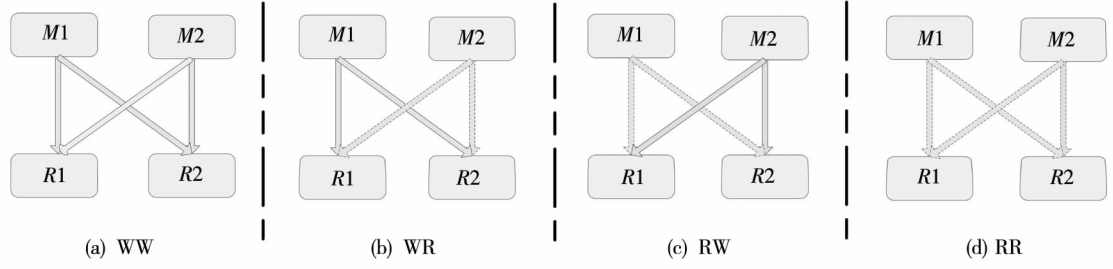


图 1 基于交叉销售的竞争模型

Fig. 1 A competitive model of cross sale

记两个制造商 (或两种产品) 分别为  $i$  和  $(3-i)$ , 两个零售商分别为  $j$  和  $(3-j)$ , 其中  $i, j \in \{1, 2\}$ . 根据文献 [10, 20] 的假设, 竞争性产品的逆需求函数为

$$p_{ij} = a - k(q_{ij} + bq_{i, 3-j}) - k(vq_{3-i, j} + bq_{3-i, 3-j}) \quad (1)$$

其中  $p_{ij}$  为产品  $i$  在零售商  $j$  的零售价格,  $q_{ij}$  和  $q_{i, 3-j}$  为产品  $i$  在零售商  $j$  和零售商  $(3-j)$  的需求量,  $q_{3-i, j}$  和  $q_{3-i, 3-j}$  为产品  $(3-i)$  在零售商  $j$  和零售商  $(3-j)$  的需求量.  $b \in \{0, 1\}$  为两个零售商店面的替代率, 表示零售商间的竞争强度.  $v \in \{0, 1\}$  为两种产品间的替代率, 代表产品间或制造商间的竞争强度.  $a > 0$  表示产品的最高可行价格,  $k > 0$  表示产品的价格敏感系数. 同时, 为了更好的表现主题, 假定每条供应链的生产成本、销售成本以及库存成本均为零, 因为本文的研究目的是考察交叉销售的竞争供应链纵向契约选择问题.

考察供应链所有成员均为风险中性, 且信息完全对称. 纵向成员间进行以制造商为主导的 Stackelberg 博弈. 具体顺序如下: 首先, 两个竞争性制造商同时提供契约给两个下游零售商. 若提供的是批发价契约, 则制造商先给出批发价格, 再由零售商给出订货数量, 最后制造商满足订单, 零售商满足市场需求; 若制造商选择与零售商形成联盟的收益分享契约, 此时制造商与零售商先进行谈判确定收益分享比例  $s$ , 如果谈判达成一致, 则制造商根据联盟利益最大化确定供应链的订货

数量. 如果谈判无法达成一致, 则制造商与零售商重新进入第一种情形以批发价契约进行交易. 需要指出的是, 本文提到的收益分享比例  $s$  均指制造商对收益分享的比例, 以下简称收益分享比例.

## 2 交叉销售下竞争模型的建立

由于两个竞争性制造商对纵向契约的选择不同, 因而存在以下三种可能的契约组合.

1) 模型 WW, 即两个竞争性制造商均采用的批发价契约. 批发价契约下制造商与零售商将以自身利润最大化来决策. 此时制造商  $i$  与零售商  $j$  的利润函数为

$$M_i = w_{ij}q_{ij} + w_{i, 3-j}q_{i, 3-j} \quad (2)$$

$$R_j = (p_{ij} - w_{ij})q_{ij} + (p_{3-i, j} - w_{3-i, j})q_{3-i, j} \quad (3)$$

根据逆向归纳法和纵向 Stackelberg 动态博弈规则, 求得数量均衡时产品的最优的批发价格与订货数量分别为  $w_{ij} = w_{i, 3-j} = w_{3-i, j} = w_{3-i, 3-j} = 2a / (b - 2v + 4)$ ,  $q_{ij} = q_{i, 3-j} = q_{3-i, j} = q_{3-i, 3-j} = a / ((b + 2v + bv - 2v^2 + 4)k)$ . 于是制造商与零售商的利润为  $M_i^{WW} = M_{3-i}^{WW} = 4a^2(1-v) / ((v+1) \times (b - 2v + 4)^2k)$ ,  $R_j^{WW} = R_{3-j}^{WW} = 2a^2 / ((v+1) \times (b - 2v + 4)^2k)$ .

2) 模型 RR, 即两个制造商均选择收益分享契约. 该情形下制造商  $i$  与两个竞争性零售商形成了战略联盟. 制造商  $(3-i)$  与两个竞争性零

售商形成了联盟 (3 - i) . 制造商首先与零售商谈判后确定收益分享比例  $s$  ,再根据其所在联盟的利润最大化来确定产品的最优订货数量. 制造商  $i$  与零售商  $j$  的利润函数为

$$M_i = p_{ij}q_{ij}s + p_{i\beta-j}q_{i\beta-j}s \quad (4)$$

$$R_j = p_{ij}q_{ij}(1 - s) + p_{3-i,j}q_{3-i,j}(1 - s) \quad (5)$$

由式(4)和式(5)可知,联盟  $i$  的利润函数为  $T_i = p_{ij}q_{ij} + p_{i\beta-j}q_{i\beta-j}$ , 联盟 (3 - i) 的利润函数为  $T_j = p_{3-i,j}q_{3-i,j} + p_{3-i,\beta-j}q_{3-i,\beta-j}$ . 于是求得数量均衡时产品的最优订货数量为  $q_{ij} = q_{i\beta-j} = q_{3-i,j} = q_{3-i,\beta-j} = a / ((2b + v + bv + 2)k)$ . 将其代入式(4)与式(5)中,得到制造商与零售商的利润分别为

$$M_i^{RR} = M_{3-j}^{RR} = 2sa^2 / ((v + 2)^2(b + 1)k),$$

$$R_j^{RR} = R_{3-j}^{RR} = 2(1 - s)a^2 / ((v + 2)^2(b + 1)k).$$

3) 模型 WR(或 RW),即制造商 1 选择批发价契约,制造商 2 选择收益分享契约. 该情形下制造商 1 根据自身利益最大化进行决策,制造商 2 根据其所在联盟的利益最大化来进行决策. 于是两个制造商的利润函数为

$$M_1^{WR} = w_{11}q_{11} + w_{12}q_{12} \quad (6)$$

$$M_2^{WR} = p_{21}q_{21}s + p_{22}q_{22}s \quad (7)$$

两个零售商的利润函数为

$$R_1^{WR} = (p_{11} - w_{11})q_{11} + p_{21}q_{wq}(1 - s) \quad (8)$$

$$R_2^{WR} = (p_{12} - w_{12})q_{12} + p_{22}q_{22}(1 - s) \quad (9)$$

根据式(7)式(9)可知,制造商 2 所在联盟的总利润为  $T_2^{WR} = p_{21}q_{21} + p_{22}q_{22}$ ,于是求得数量均衡时产品的批发价为  $w_{ij} = w_{ij} = 2a(v - 2) / (bv^2 - 2b + v^2 - 8)$ ,产品的订货数量为  $q_{ij} = q_{i\beta-j} = \frac{a(2 - v)}{(2b - bv^2 - v^2 + 8)k}$ ,  $q_{3-i,j} = q_{3-j,\beta-j} = \frac{(v - b + bv - 4)a}{(b + 1)(bv^2 - 2b + v^2 - 8)k}$ . 将其分别代入式

(6)与式(7)中,则制造商与零售商的利润为

$$M_1^{WR} = 4a^2(v - 2)^2 / ((2b - bv^2 - v^2 + 8)^2k) \quad (10)$$

$$M_2^{WR} = 2a^2s(v - b + bv - 4)^2 / ((b + 1)(2b - bv^2 - v^2 + 8)^2k) \quad (11)$$

$$R_1^{WR} = R_2^{WR} = a^2(H_1 + vH_2 + v^2H_3) / ((b + 1)(2b - bv^2 - v^2 + 8)^2k) \quad (12)$$

其中,  $H_1 = 20 + 12b - 16s - 8bs - b^2s + b^2$ ,  $H_2 =$

$$2b^2s + 10bs - 2b^2 - 14b + 8s - 12, H_3 = b^2 - 2bs - b^2s + 3b - s + 2.$$

### 3 基于交叉销售的纵向契约的选择

#### 3.1 当竞争对手采用批发价契约

该情形下考虑竞争对手制造商 1 采用批发价契约时,制造商 2 的纵向契约选择,即比较模型 WW 和 WR. 由于收益分享比例的大小直接影响了制造商对契约的选择,因此在讨论契约选择之前,首先来分析收益分享比例的设置. 为方便比较,定义  $s = 1$  时,模型 WR 下制造商 2 的利润为  $M_{2max}^{WR}$ ;  $s = 0$  时,模型 WR 下零售商的利润为  $R_{1max}^{WR}, R_{2max}^{WR}$ . 于是得到  $M_2^{WR} = M_{2max}^{WR}s, R_1^{WR} = R_{1max}^{WR}(1 - s), R_2^{WR} = R_{2max}^{WR}(1 - s)$ . 记  $s_1 = M_2^{WW} / M_{2max}^{WR}, s_2 = (R_{1max}^{WR} - R_1^{WW}) / (R_{1max}^{WR}) = (R_{2max}^{WR} - R_2^{WW}) / (R_{2max}^{WR})$ ,于是得到以下结论.

命题 1 若制造商 1 选择批发价契约,则: 1) 当收益分享比例超过  $s_1$  时,制造商 2 愿意提供收益分享契约,即  $M_2^{WW} < M_2^{WR}$ ; 2) 当收益分享比例低于  $s_2$  时,零售商都愿意接受收益分享契约,即  $R_1^{WW} < R_1^{WR}, R_2^{WW} < R_2^{WR}$ .

当制造商收益分享比例为  $s_1$  时,制造商批发价契约与收益分享契约下的利润相等. 而在收益分享契约下,制造商分享比例  $s$  越高,其获得的利润越大. 因此只要谈判能将收益分享比例控制在  $(s_2, 1)$  范围内,制造商就有意愿选择收益分享契约. 与之不同,制造商分享联盟收益的比例  $s$  越高,零售商的利润就会越低.  $s_2$  为零售商接受的最高边界,只有将收益分享比例设置在  $s_2$  以下,零售商才会接受收益分享契约,否则将拒绝.

为了考察  $s_1, s_2$  的关系,定义  $s_1 = s_2$  关于制造商竞争强度  $v$  的阈值为  $v_1(b)$ ,于是得到以下结论.

命题 2 若制造商 1 采用批发价契约,则: 1) 产品间的竞争较弱,即  $v \in (0, \min(v_1, 1))$ ,且收益分享比例在  $(s_1, s_2)$  范围内时,收益分享契约实现了制造商 2 与两个零售商利润的共赢; 2) 产品间的竞争较强,即  $v \in (\max(v_1, 0), 1)$ ,无论收益分享比例如何设置,制造商 2 与两个零售商都只能以批发价契约交易. 其中,产品竞争强度的

边界  $v_1$  受到零售商竞争强度  $b$  的影响.

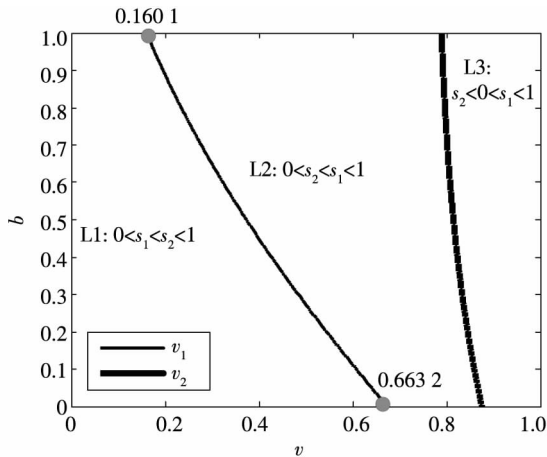


图 2  $s_1$  与  $s_2$  的关系图

Fig. 2 The relationship of  $s_1$  and  $s_2$

命题 2 表明,如果竞争对手制造商 1 采用批发价契约,则制造商 2 对于两种契约的比较同时受到产品间竞争强度  $v$  与零售商间竞争强度  $b$  的影响. 1) 当  $(v, b)$  满足图 2 中的 L1 区域时,只要谈判能将收益分享比例调节在  $(s_1, s_2)$  范围内,收益分享契约同时实现了制造商 2 与两个零售商利润帕累托改进. 2) 当  $(v, b)$  在区域 L2 时,制造商 2 愿意提供的最低收益分享比例高于零售商能接受的最高收益分享比例,从而导致谈判失败. 3) 当  $(v, b)$  在区域 L3 时,如果收益分享比例高于  $s_1$ ,制造商 2 依然可以通过采用收益分享契约获取更高的利润,但此时无论收益分享比例如何设置,零售商批发价契约的利润都大于收益分享契约下的利润,因此其会拒绝收益分享契约.

以上分析结果说明,制造商 2 的契约选择严重依赖于产品间的竞争强度. 随着产品间竞争强度的增加,制造商 2 将由最初的收益分享契约逐渐转变为批发价契约. 同时,当产品竞争强度在特定范围  $(0.160, 1 < v < 0.663, 2)$  内,制造商 2 对契约的选择受到了零售商竞争强度  $b$  的影响. 这也意味着零售商的竞争强度  $b$  是通过改变产品竞争强度的边界  $v_1(b)$  来影响制造商 2 契约的选择. 这个结论比较直观,制造商自身的市场力量或议价能力都决定了产品竞争强度在契约选择时起到决定性作用. 零售商间的竞争主要表现为店铺间或是销售手段等方面的竞争,其对决策有一

定的催化作用,但不能主导契约的选择. 该结论拓展了 McGuire 垂直竞争供应链的结论,即链与链竞争环境下纵向控制结构选择或是纵向契约的选择均只取决于产品的替代程度.

### 3.2 竞争对手选择收益分享契约

接下来分析当竞争对手制造商 1 采用收益分享契约时,制造商 2 的纵向契约选择,即比较模型 WR 和 RR. 定义  $s = 1$  时模型 RR 下制造商 2 的利润为  $M_{2max}^{RR}$ ;  $s = 0$  时模型 RR 下零售商的利润为  $R_{1max}^{RR}, R_{2max}^{RR}$ ,于是得到  $M_2^{RR} = M_{2max}^{RR} s, R_1^{RR} = R_{1max}^{RR} (1 - s), R_2^{RR} = R_{2max}^{RR} (1 - s)$ . 记  $s_3 = M_2^{RW} / M_{2max}^{RR}, s_4 = (R_{1max}^{RR} - R_1^{RW}) / (R_{1max}^{RR}) = (R_{2max}^{RR} - R_2^{RW}) / (R_{2max}^{RR})$ ,于是得到以下结论.

命题 3 若制造商 1 选择收益分享契约,则:

- 1) 当收益分享比例超过  $s_3$  时,制造商 2 愿意提供收益分享契约,即  $M_2^{RW} < M_2^{RR}$ .
- 2) 当收益分享比例低于  $s_4$  时,每个零售商愿意接受收益分享契约,即  $R_1^{RW} < R_1^{RR}, R_2^{RW} < R_2^{RR}$ . 且  $s_3 < s_4$ .

命题 3 表明,存在阈值  $s_3$  和  $s_4$  使得  $M_2^{RW} = M_2^{RR}$  和  $R_1^{RW} = R_1^{RR}, R_2^{RW} = R_2^{RR}$ . 进一步可以理解为,当制造商 1 采用收益分享契约时,制造商 2 能提供的最低收益分享比例为  $s_3$ ,两个零售商能承受制造商分得的收益分享比例最高值为  $s_4$ . 但与情形 1 不同,当竞争对手 1 从批发价契约改变为收益分享契约时,制造商 2 能提供的收益分享比例的范围  $(s_3, 1)$  与零售商能接受的收益分享比例的范围  $(0, s_4)$  始终存在共同区域  $(s_3, s_4)$ ,其不受制造商间与零售商间外部竞争的影响.

通过对收益分享比例均衡空间的分析可以得到制造商的契约选择如下.

命题 4 当制造商 1 采用收益分享契约时,制造商 2 的契约选择不受任何横向竞争因素的影响. 只要将收益分享比例调节在合适的范围内,即  $s \in (s_3, s_4)$ ,制造商与零售商都偏好于采用收益分享契约,即  $M_2^{RW} < M_2^{RR}, R_1^{RW} < R_1^{RR}, R_2^{RW} < R_2^{RR}$ .

命题 4 表明,如果竞争对手制造商 1 采用与两个零售商结成联盟的收益分享契约,则对于制造商 2 而言,只要提供收益分享比例在  $(s_3, s_4)$  范围时,就可以诱导零售商接受收益分享契约,且此时其自身

的利润也得到了改进. 结合情形 1 的结论可以理解为, 当竞争对手 1 由批发价转变为收益分享契约时, 对于制造商 2 而言, 收益分享契约消除“双重边际效应”的优势体现更为明显, 批发价契约通过规避价格战获取利润最大化的特征完全消失.

### 4 基于交叉销售的纵向契约演化分析

为了分析两种契约选择的过程及其占优性, 首先比较模型 WW 和模型 RR 下制造商与零售商的利润. 存在阈值  $s_5$  和  $s_6$  使得  $M_i^{WW} = M_i^{RR}$  和  $R_j^{WW} = R_j^{RR}$ , 其中  $s_5 = M_i^{WW} / M_{imax}^{RR}$ ,  $s_6 = (R_{jmax}^{RR} - R_j^{WW}) / (R_{jmax}^{RR})$ . 又因为  $s_5 = s_6$  关于制造商竞争强度的解为  $v_3(b)$ ,  $s_6 = 0$  关于制造商间竞争强度的解为  $v_4(b)$ . 于是可以得到以下引理.

引理 1 1) 当  $0 < v < \min(v_3(b), 1)$ ,  $0 < s_5 < s < s_6 < 1$  时,  $M_i^{WW} < M_i^{RR}$ ,  $R_j^{WW} < R_j^{RR}$ . 2) 当  $\max(v_3(b), 0) < v < \min(v_4(b), 1)$  时, 则  $0 < s_6 < s_5 < 1$ ; 3) 当  $\max(v_4(b), 0) < v < 1$  时, 则  $s_6 < 0 < s_5 < 1$ .

引理 1 表明, 当两个制造商采用相同契约时与竞争对手采用批发价契约的情形类似, 只有当产品间竞争程度较低, 收益分享比例设置在合适范围内, 收益分享契约对于制造商和零售商才是有利的. 否则两者将只能以批发价契约交易, 收益分享契约失效.

定义  $s_5 = s_4$  关于产品竞争强度的阈值为  $v_5$ , 则存在以下引理.

引理 2 当  $0 < v < \min(v_5(b), 1)$  则  $(s_1, s_2) \cap (s_3, s_4) \cap (s_5, s_6) = (s_5, s_4)$  且  $(s_3, s_2) \in (0, 1)$ .

结合命题 2, 命题 4, 引理 1, 引理 2, 可以得到命题 5 如下.

命题 5 当产品间的竞争较弱, 即  $v \in (0, \min(v_5(b), 1))$  且收益分享比例  $s \in (s_3, s_2)$  时, 则制造商契约选择的动态演变过程为  $WW \rightarrow WR/RW \rightarrow RR$ , 且此时收益分享契约为同时实现制造商与零售商利润改进的占优均衡策略.

命题 5 表明, 当产品竞争强度较低时, 且与零售商竞争强度满足  $(v, b) \in L4$  时, 如图 3 所示,

通过调节收益分享比例, 使之在  $(s_3, s_2)$  范围内, 契约的演化过程由最初的均采用批发价契约转变为最终的收益分享契约, 且收益分享契约实现了所有成员的利润最大化. 当制造商与零售商的竞争强度和收益分享比例不在以上该范围内, 可能会出现三种结果, 一是收益分享比例不存在实现制造商与零售商双赢的空间, 无论如何进行谈判, 两者都无法就收益分享比例达成一致, 因而导致只能采用批发价契约交易. 二是存在一定的范围使制造商与零售商实现双赢, 但此时制造商并没有提供收益分享契约或谈判没有成功, 则批发价契约让两者陷入了囚徒困境. 三是收益分享比例在一定范围内时, 批发价契约下制造商与零售商的利润高于了收益分享契约下的利润, 此时收益分享契约失效.

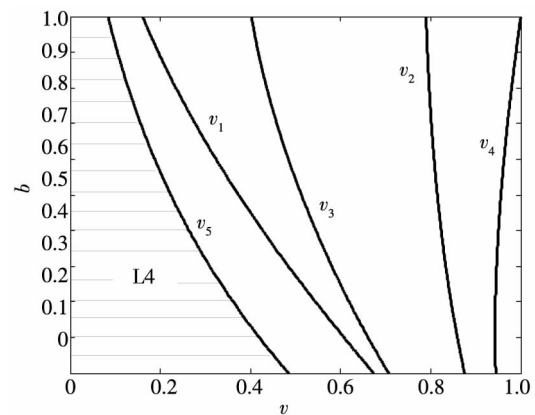


图 3  $v, b$  的关系图  $x = 1, 2, \dots, 5$   
Fig. 3 The relationship of  $v, b, x = 1, 2, \dots, 5$

为直观显示制造商间竞争强度与收益分享比例的关系, 取  $a = 2, \rho = 1, b = 0.3$  情形进行数值模拟. 如图 4 所示, 随制造商间竞争强度增加, 收益分享契约均衡区域 L5 (即  $s \in (s_3, s_2)$ ) 的范围逐渐缩小. 这表明, 当产品替代程度逐渐增加时, 横向产品竞争弱化纵向的双重边际行为, 收益共享协议将破裂, 从而收益分享契约不可实施. 取  $a = 2, \rho = 1, v = 0.3$ , 零售商间的竞争对收益分享比例的影响如图 5 所示. 当零售商间的竞争较弱时, 收益分享契约可以实现纵向协调, 但基于制造商与零售商实现双赢的收益分享比例区间随零售商竞争强度的增加而逐渐减小, 直至消失, 其演变过程如图 L6 区域.

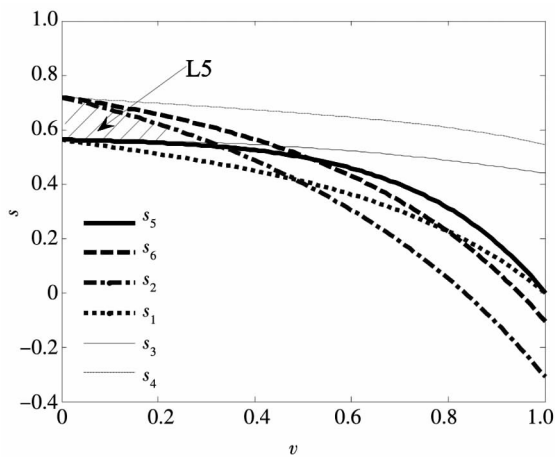


图 4  $s_x$  与  $v$  的关系图  $x=1, 2, \dots, 6$

Fig. 4 The relationship of  $s_x$  and  $v, x=1, 2, \dots, 6$

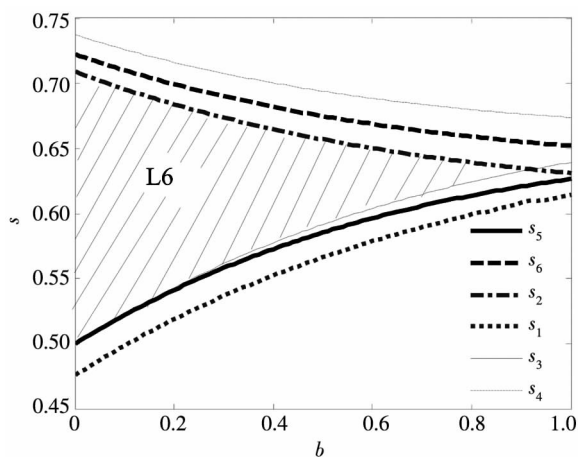


图 5  $s_x$  与  $b$  的关系图  $x=1, 2, \dots, 6$

Fig. 5 The relationship of  $s_x$  and  $b, x=1, 2, \dots, 6$

## 5 结束语

考虑由两个制造商和两个零售商构成的市场,其中两个制造商生产替代性产品,且每种产品都由两个共同的零售商来分销,进而形成交叉销售的竞争供应链模型.针对交叉销售的供应链结构,考察了外部横向竞争与制造商契约选择和收益分享机制设计的关系.基于竞争性制造商对纵向契约差异性选择,分析了竞争对手契约发生转变时对制造商契约选择的影响.识别了制造商契约选择的动态演化过程以及收益分享契约同时实现制造商与零售商利润改进的条件.研究发现:制造商对纵向契约的选择严重依赖产品间的竞争强度,同时也与零售商间竞争强度相关.但零售商竞争强度只起到催化剂的作用.当产品间的竞争较弱,收益分享比例设置在合适范围内时,制造商由最初的批发价契约转化为收益分享契约,且此时收益分享契约为占优策略.否则,两者将因为收益分享比例无法达成一致,被迫以批发价契约进行交易.

本文将排他销售的竞争供应链拓展了交叉销售的竞争供应链,不仅为企业在复杂的市场环境中获取优势指引了方向,也为未来供应链网络方面的研究提供了新的思路.同时,信息不对称条件下交叉销售供应链,以及需求不确定性对交叉销售供应链契约的影响将是本文下一步要研究的方向.

## 参考文献:

- [1]Warren A ,Peers M. Video retailers have day in court: Plaintiffs say supply deals between Blockbuster Inc. and studios violate laws [N]. Wall Street Journal ,2002 ,( June 13) : B10.
- [2]Cachon G P ,Lariviere M A. Supply chain coordination with revenue sharing: Strengths and limitations [J]. Management Science ,2005 ,51( 1) ,30 -44.
- [3]Wang Y ,Jiang L ,Shen Z J. Channel performance under consignment contract with revenue sharing [J]. Management Science ,2004 ,50( 1) : 34 -47.
- [4]Gerchak Y ,Wang Y Z. Revenue-sharing vs. wholesale-price contracts in assembly systems with random demand [J]. Production and Operation Management ,2004 ,1( 13) : 23 -33.
- [5]Yao Zhong ,Leung S ,Lai K K. Manufacturer's revenue-sharing contract and retail competition [J]. European Journal of Operational Research ,2008 ,186( 2) : 637 -651.
- [6]Øystein F ,Kåre P H ,Hans J K. Price-dependent profit sharing as a channel coordination device [J]. Management Science ,2009 ,55( 8) : 1280 -1291.
- [7]Lee G Y ,Yang R. Supply chain contracting with competing suppliers under asymmetric information [J]. IIE Transactions ,

2013 ,45(1) : 25 – 52.

[8]McGuire T W ,Staelin R. An industry equilibrium analysis of downstream vertical integration[J]. *Marketing Science* ,1983 , 2(2) : 161 – 191.

[9]Moorthy K S. Strategic decentralization in channels[J]. *Marketing Science* ,1988 ,7(7) : 335 – 355.

[10]Trivedi M. Distribution channels: An extension of exclusive retailer ship[J]. *Management Science* ,1998 ,43(7) : 231 – 246.

[11]艾兴政,唐小我,涂智寿. 不确定性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 ,23(2) : 188 – 193.

Ai Xingzheng ,Tang Xiaowo ,Tu Zhishou. Performance of vertical control structure of chain to chain competition under uncertainty[J]. *Journal of Systems Engineering* ,2008 ,23(2) : 188 – 193. ( in Chinese)

[12]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 Qihui ,Zhu Daoli. 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)

[13]Zhao X ,Shi C. Structuring and contracting in competing supply chains[J]. *International Journal of Production Economics* , 2011 ,134(2) : 434 – 446.

[14]Cai G S (George) ,Dai Y ,Zhou S X. Exclusive channels and revenue sharing in a complementary goods market[J]. *Management Science* ,2012 ,31(1) : 172 – 190.

[15]Wu CQ ,Mallik S. Cross sales in supply chains: An equilibrium analysis[J]. *International Journal of Production Economics* ,2010 ,126(2) : 158 – 167.

[16]Ha A Y ,Tong S. Contracting and information sharing under supply chain competition[J]. *Management Science* ,2008 ,54(4) : 701 – 715.

[17]艾兴政,马建华,唐小我. 不确定环境下链与链竞争纵向联盟与收益分享[J]. *管理科学学报* ,2010 ,13(7) : 1 – 8.

Ai Xingzheng ,Ma Jianhua ,Tang Xiaowo. Vertical alliances and revenue sharing contract based on chain to chain competition under uncertainty[J]. *Journal of Management Sciences in China* ,2010 ,13(7) : 1 – 8. ( in Chinese)

[18]赵海霞,艾兴政,唐小我. 制造商规模不经济的链与链竞争两部定价合同[J]. *管理科学学报* ,2013 ,16(2) : 60 – 70.

Zhao Haixia ,Ai Xingzheng ,Tang Xiaowo. Two-part tariffs of chain-to chain competition under manufacturer's scale diseconomies [J]. *Journal of Management Sciences in China* ,2013 ,16(2) : 60 – 70. ( in Chinese)

[19]赵海霞,艾兴政,唐小我. 链与链基于制造商规模不经济的纵向联盟和利润分享[J]. *管理科学学报* ,2014 ,17(1) : 48 – 56.

Zhao Haixia ,Ai Xingzheng ,Tang Xiaowo. Vertical alliance and profit sharing contract based on diseconomies of scale under chain-to-chain competition[J]. *Journal of Management Sciences in China* ,2014 ,17(1) : 48 – 56. ( in Chinese)

[20]Feng Q ,Lu LX. Supply chain contracting under competition: Bilateral bargaining vs. Stackelberg[J]. *Production and Operations Management* ,2013 ,22(3) : 661 – 675.

## Contracting under competing supply chains with cross sales

LI Xiao-jing<sup>1</sup> ,AI Xing-zheng<sup>2</sup> ,TANG Xiao-wo<sup>2</sup>

1. School of Business ,Sichuan Normal University ,Chengdu 610101 ,China;

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

**Abstract:** In a competing supply chain model consisting of two manufacturers and two retailers , each manu-



facturer produces a substitutable product and sells to two competing retailers , which is defined as a cross sale. There are two different contracts for the manufacturers to choose: A wholesale price contract or a revenue sharing contract. The resulting contract configuration is compared and the effect of horizontal competition on contract choice in a cross sale setting is analyzed. It is found that the contract choice depends on the competition between the manufacturers as well as competition between the retailers , with the former playing a key role. When the competition degree of the manufacturers is relatively small and the negotiation on revenue sharing rate is successful , the revenue sharing contract is more valuable. Otherwise , the manufacturer and the retail trade only under a wholesale price contract.

**Key words:** competing supply chain; cross sale; revenue sharing contract; wholesale contract

附录:

命题 1 的证明:

由于  $s_1$  是关于  $M_2^{WW} = M_2^{WR}$  的阈值 , 又因为  $M_2^{WR} = M_{2\max}^{WR} s$  因此可以推出  $s > s_1$  时 ,  $M_2^{WW} < M_2^{WR}$  . 同样的方法可证明  $s < s_2$  时 ,  $R_1^{WW} < R_1^{WR}$  ,  $R_2^{WW} < R_2^{WR}$  . 证毕.

命题 2 的证明:

首先求出  $M_2^{WW} = M_2^{WR}$  关于收益分享比例的阈值  $s_1 = \frac{2(b+1)(1-v)(2b-bv^2-v^2+8)^2}{(v+1)(b-2v+4)^2(b-v-bv+4)^2}$  , 且  $0 < s_1 < 1$  . 零售商利润  $R_1^{WW} = R_1^{WR}$  和  $R_2^{WW} = R_2^{WR}$  关于收益分享比例的阈值  $s_2 = \frac{b^4A_1 - b^3A_2 + b^2A_3 + bA_4 + A_5}{(v+1)(b-2v+4)^2(b-v-bv+4)^2}$  , 且  $s_2 < 1$  ,  $A_1 = v^3 - v^2 - v + 1$  ,  $A_2 = 6v^4 + 15v^3 - 7v^2 - 14v + 12$  ,  $A_3 = 4v^5 - 38v^4 + 98v^3 - 38v^2 - 88v + 60$  ,  $A_4 = 12v^5 - 106v^4 + 272v^3 - 136v^2 - 240v + 160$  ,  $A_5 = 8v^5 - 74v^4 + 224v^3 - 176v^2 - 192v + 192$  .

定义函数  $s_1 = s_2$  的边界为  $v_1(b)$  ,  $s_2(v, b) = 0$  的解为  $v_2(b)$  , 则如图 2 所示 , 曲线  $v_1(b)$  和  $v_2(b)$  将矩形  $\{(v, b) | v \in (0, 1), b \in (0, 1)\}$  划分成如下三个区域

$L_1 = \{(v, b) | s_1 < s_2, s_1 > 0, s_2 > 0, v \in (0, 1), b \in (0, 1)\}$  ,  $L_2 = \{(v, b) | s_1 > s_2, s_1 > 0, s_2 > 0, v \in (0, 1), b \in (0, 1)\}$  ,

$L_3 = \{(v, b) | s_1 > s_2, s_1 > 0, s_2 < 0, v \in (0, 1), b \in (0, 1)\}$  .

于是推出 1) 当  $(v, b) \in L_1$  时 ,  $0 < s_1 < s < s_2 < 1$  则  $M_2^{WW} < M_2^{WR}$  ,  $R_1^{WW} < R_1^{WR}$  ,  $R_2^{WW} < R_2^{WR}$  ; 2) 当  $(v, b) \in L_2$  时 , 则  $0 < s_2 < s < s_1 < 1$ ; 3) 当  $(v, b) \in L_3$  时 , 则  $s_2 < 0 < s < s_1 < 1$  . 证毕.

命题 3 的证明:

证明过程与命题 1 类似 , 此处不再重复.

命题 4 的证明:

求得两种契约下制造商的利润  $M_i^{WR} = M_i^{RR}$  关于收益分享比例的阈值为  $s_3 = \frac{2(b+1)(v-2)^2(v+2)^2}{(2b-bv^2-v^2+8)^2}$  , 且  $s_3 \in (0, 1)$  . 零售商利润  $R_j^{WR} = R_j^{RR}$  的阈值为  $s_4 = \frac{b^2v^4 - 2b^2v^3 - 5b^2v^2 + 4b^2v + 4b^2 + 2bv^4 + 2bv^3 - 8bv^2 + 8bv + 16b + 4v^3 - 12v^2 - 32v + 48}{b^2v^4 - 2b^2v^3 - 5b^2v^2 + 4b^2v + 4b^2 + 2bv^4 + 2bv^3 - 16bv^2 + 8bv + 32b + v^4 + 4v^3 - 20v^2 - 32v + 64}$  . 则

$s_4 - s_3 = (b-2)(b^3A_6 + b^2A_7 + bA_8 + A_9) / (A_{10}(2b-bv^2-v^2+8)^2)$  .

其中 ,  $A_6 = v^8 - 2v^7 - 9v^6 + 12v^5 + 28v^4 - 24v^3 - 36v^2 + 16v + 16 > 0$  ,

$A_7 = 3v^8 - 2v^7 - 34v^6 + 32v^5 + 128v^4 - 88v^3 - 184v^2 + 64v + 96 > 0$  ,

$A_8 = 3v^8 + 2v^7 - 47v^6 + 4v^5 + 220v^4 - 128v^3 - 320v^2 + 128v < 0$  ,

$A_9 = v^8 + 2v^7 - 22v^6 - 16v^5 + 120v^4 - 64v^3 - 64v^2 + 512v - 512 < 0$  ,

$A_{10} = b^2(v^4 - 2v^3 - 5v^2 + 4v + 4) + 2b(v^4 + v^3 - 8v^2 + 4v + 16) + v^4 + 4v^3 - 20v^2 - 32v + 64 > 0$  ,

由于  $A_6 + A_7 + A_8 + A_9 > 0$  因此可以得出  $s_4 - s_3 > 0$  . 证毕.

引理 1 的证明:

证明过程与命题 2 类似, 此处不再重复.

引理 2 的证明:

1) 由于  $s_3 - s_5 = 2v(v+2)^2(b+1)A_{11}/((2b-bv^2-v^2+8)^2(v+1)(b-2v+4)^2)$  其中  $A_{11} = b^2(v^4 - v^3 - 3v^2 + v + 4) + 2b(v^4 - 3v^3 - 2v + 8) + 5v^4 - 29v^3 + 48v^2 + 16v > 0$ . 于是可以得到  $s_3 > s_5$ . 同样的方法可推出  $s_3 > s_1$ ,  $s_4 > s_6$ ,  $s_6 > s_2$ .

2)  $s_2 = s_3$  关于产品竞争强度的边界为  $v_5$ , 于是当  $0 < v < \min(v_5(b), 1)$ , 即  $(v, b) \in L_4$  时,  $1 > s_2 > s_3 > 0$ . 与定理 2 采用相同的方法比较  $s_5$  和  $s_1$ , 则当  $(v, b) \in L_4$  时,  $s_5 > s_1$ .

3) 比较各产品竞争强度边界可知  $v_5 < v_3 < v_2 < v_4$ ,  $v_5 < v_1 < v_2 < v_4$ . 于是当  $(v, b) \in L_4$  时  $0 < s_1 < s_2 < 1$ ,  $0 < s_3 < s_4 < 1$ ,  $0 < s_5 < s_6 < 1$  成立.

综合以上 1) - 3) 的结论可得, 当且仅当  $(v, b) \in L_4$  时,  $1 > s_4 > s_6 > s_2 > s_3 > s_5 > s_1 > 0$ , 即  $(s_1, s_2) \cap (s_3, s_4) \cap (s_5, s_6) = (s_3, s_2)$ , 且  $(s_3, s_2) \in (0, 1)$ . 证毕.

命题 5 的证明:

结合定理 2, 定理 4, 引理 1, 引理 2 可以推出, 当  $(v, b) \in L_4$  时, 如果收益分享比例  $s \in (s_3, s_2)$ , 则制造商与零售商的谈判可以达成协议, 其他区域内收益分享契约无法实现制造商与零售商双赢. 同时, 又因为  $0 < s_3 < s < s_2 < 1$  时,  $M_j^{WW} < M_j^{WR}$ ,  $M_i^{WR} < M_i^{RR}$ ,  $M_i^{WW} < M_i^{RR}$ ,  $R_j^{WW} < R_j^{WR}$ ,  $R_i^{WR} < R_i^{RR}$ ,  $R_i^{WW} < R_i^{RR}$ . 于是, 无论从制造商还是零售商的角度,  $(v, b) \in L_4$  且  $s \in (s_3, s_2)$  时, 纵向契约的演变过程均为  $WW \rightarrow WR/RW \rightarrow RR$ , 且收益分享契约为占优均衡契约.

证毕.



(上接第 116 页)

## Self-service diffusion from the perspective of interpersonal relationship

ZHAO Bao-guo<sup>1</sup>, YU Zhou-ting<sup>2</sup>

1. School of Economic & Management, Beijing University of Posts and Telecommunications, Beijing 100876, China;
2. Electronic Banking Sector, Postal Savings Bank of China, Beijing 100808, China

**Abstract:** With the application of self-services, companies can keep down costs and customers can enjoy convenient services. However, the market penetration ratio of many self-services is not high. Thus, figuring out the market diffusion law of self-services is significant to the development of self-services. A lot of researches have proved that the interpersonal relationship network has an influence on self-service diffusion. However, none of them analyzed the influence of individuals in communities. Therefore, on the base of the Shaikh's mixture diffusion model, this paper analyzes the influence caused by the number of individuals in different social groups and the number of adopted individuals and builds an HOGI model and an HEGI model. This paper also takes email service and instant messenger service for examples and gives a comparative analysis of the two models by means of econometric analyses. The result shows that under community pressures, the HOGI model has a better fitting efficiency. However, taking the mutual functions between individuals into consideration, the HEGI model has a better fitting efficiency.

**Key words:** self-service; diffusion; interpersonal relationship; mixture model