

制造商规模不经济的链与链竞争两部定价合同^①

赵海霞, 艾兴政, 唐小我

(电子科技大学经济与管理学院, 成都 610054)

摘要: 基于链与链数量竞争及制造商生产规模不经济的环境, 以批发价格合同为基准, 探索两部定价合同选择的绩效改进条件、博弈均衡特征和局限性, 并进一步分析市场竞争强度、规模不经济参数对合同选择行为的影响. 研究发现: 不管竞争对手供应链是否采用两部定价合同, 本供应链通过采用两部定价合同并把固定收费调节在适当范围内, 可使制造商和零售商同时实现帕累托 (Pareto) 绩效改进. 值得指出的是, 通过适当调节固定收费, 两部定价合同成为实现制造商和零售商帕累托绩效改进的占优均衡合同, 但该固定收费的选择严重依赖于竞争强度和规模不经济的程度. 当规模不经济程度相对较强且严重依赖于数量竞争强度时, 两部定价合同是实现供应链系统绩效改进的占优均衡合同.

关键词: 链与链; 数量竞争; 规模不经济; 两部定价合同

中图分类号: F273 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-9807(2012)12-0060-11

0 引言

随着经济全球化和科学技术的快速发展, 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(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), 例如麦当劳与肯德基在中国快餐市场的产业链竞争. 早在1983年, 麦当劳的供应商已经先期进入中国开设工厂和农场, 包括薯条、牛肉、鸡肉、鱼肉、苹果、菠萝、奶制品等, 为之后进入中国快餐市场做准备, 且麦当劳在进入市场后的经营过程中逐步培养本地供应商并参与到供应链的改进中. 而肯德基从进入中国市场就一直100%采用中国鸡原料, 截止至2007年底, 肯德基培养了从鸡肉、蔬菜、到面包等500多家国内原料供应商. 并且肯德基授权了64家加盟店, 该数量远远高于麦当劳的加盟店数量.

规模不经济(即单位产品的生产成本随产量的增加或生产规模的扩大而增加)在运作领域是

一个常见的概念, 但关于其研究的文献相对较少. Banker 和 Kemerer^[1] 采用实证方法研究了新软件产品发展的组织规模经济和不经济. Zenger^[2] 通过实证研究方法考察了研发部门所提供的就业合同与组织规模不经济的关系, 并得出小规模组织比大规模组织在解决委托代理问题及提供就业合同方面更有效. Dixon^[3] 研究了存在规模不经济时寡头垄断企业进军技术相关市场的动力, 结果表明由规模不经济导致的生产低效率与从进军技术相关市场引起的竞争效应中获得的福利相抵消. Alvarez 和 Arias^[4] 通过实证研究分析得出, 增加乳牛场数量的同时保证管理能力不变, 将导致规模不经济的产生. 这些文献主要集中在实证研究方面, 而本文将考察因设备老化、技术落后、管理能力不足以及创新能力低等引起的规模不经济生产成本如何影响企业、所在供应链的利润和供应链的纵向合同选择?

在传统的采用供应链协调机制的文献研究结

^① 收稿日期: 2010-08-26; 修订日期: 2011-01-10.

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).

作者简介: 赵海霞(1984—), 女, 江西九江人, 博士生. Email: zhx00024@163.com

论中, 批发价格合同只是缓解供应链协调的次优选择, 而两部定价合同、收益共享合同等则能有效协调和改进整个供应链的绩效. Spengler^[5]发现, 没有竞争的环境下分散化结构必然导致次优的绩效, 其根源在各方寻求自身利益的双重加价行为扭曲了一体化供应链系统的最优行为, 从而导致一体化供应链结构绩效作为分散化供应链协调合同的基准. Cachon^[6]研究了双边垄断或者一个制造商对应多个零售商的模型. 研究发现, 批发价格合同总是无法改进供应链的绩效, 而复杂合同如两部定价合同、数量折扣合同等能够有效地消除这种现象并重新分配供应链的利润. Cachon 和 Kok^[7]研究两个竞争性的制造商对应一个零售商的模型中发现, 采用两部定价合同和数量折扣合同比批发价格合同使得两个制造商之间的竞争更加激烈, 而且这种竞争可能有损制造商的利润, 却能使零售商受益. 因此, 本文基于链与链数量竞争及制造商的生产规模不经济环境, 探索两部定价合同选择的绩效改进条件、博弈均衡特征和局限性, 并进一步分析市场竞争强度、规模不经济参数对合同选择行为的影响.

链与链竞争概念最早来自于营销研究领域, McGuire 和 Staelin^[8]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^[9]将结果拓展到一般的需求函数并应用于电子行业; Moorthy^[10]将分散化结构与战略纵向内相互作用联系起来; Tridedi^[11]研究了确定型线性需求共用两个零售商的均衡结构; 艾兴政和唐小我^[12]基于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. Boyaci 和 Gallego^[13]考察了服务水平和库存成本对竞争性供应链是否实行纵向协调的影响, 但并未引入合同. Wu 和 Petruzzi^[14]研究了需求不确定和生产成本对竞争渠道均衡结构的影响. 艾兴政等^[15]考察了不确定环境下链与链竞争的纵向控制结构选择. Ha 等^[16]研究了制造商的规模不经济、链与链之间的竞争强度和上下游的信息共享精度对竞争供应链绩效的影响. 李娟等^[17]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. 鲁其辉和朱道立^[18]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^[19-20]识别了成本差异和产品替代、价格竞争、服务竞争以及高中低成本纵向结构均衡特征. Wu 等^[21]基于纳什讨价还价模型, 考虑了需求不确定及单阶段或多阶段的链与链竞争均衡.

另外, 基于链与链竞争的合同研究方面, 艾兴政等^[22]、Ai 等^[23]考察了需求不确定时链与链竞争的充分退货政策. Ha 和 Tong^[24]研究了菜单合同和线性价格合同情形下的竞争性供应链是否进行信息分享的投资. 艾兴政等^[25]考察了不确定环境下产品竞争、价格风险对联盟及收益分享合同选择的影响, 识别了市场信息共享与决策控制的有效匹配结构. Chen 和 Zhang^[26]研究了两竞争供应链间为 Nash 博弈或 Stackelberg 博弈的顾客退货策略. 该类文献均没有研究链与链竞争的纵向合同选择.

本文则将基于竞争性供应链零售终端的数量竞争和制造商的规模不经济环境, 从制造商和零售商同时实现帕累托绩效改进的角度及每个供应链系统实现帕累托绩效改进的角度识别了两部定价合同选择的博弈均衡特征和局限性, 为链与链竞争的纵向合同选择提供理论基础和实践参考价值.

1 基本模型

本文考察两个制造商与两个排他性零售商构成的竞争性供应链的纵向合同选择, 每个供应链的制造商和零售商之间展开以制造商为领导者的 Stackelberg 博弈, 所以该环境下的博弈顺序为: 首先, 两竞争性供应链的制造商均同时提供两部定价合同或批发价格合同; 其次, 基于制造商提供的合同, 零售商同时选择订货量和零售价格; 最后, 制造商满足零售商的订单, 零售商满足市场需求, 形成横向数量竞争市场, 且竞争效应逐步向上游制造商传递, 形成两供应链之间的竞争. 基于经济学原理, 两个具有替代性产品的价格函数^[16]如下

$$p_i = a - d_i - \gamma d_j, \\ 0 < \gamma < 1, j = 3 - i, i \in \{1, 2\} \quad (1)$$

式中 a 最高可行零售价格, 即零售价格上限; d_i 为第 i 个供应链的产品订货量; p_i 为第 i 个供应链的

产品价格; γ 为两种替代产品的交叉价格需求边际系数, 即两供应链的竞争强度.

为研究链与链数量竞争和规模不经济环境下的两部定价合同选择, 本文将以批发价格合同 ($I_i = w_i d_i$) 作为基准, 以便进行对比, 两部定价合同结构为 $I_i = F_i + w_i d_i$. 本文的绩效主要指产出绩效, 即收益减去成本之后的净利润. 由经济学原理知, 制造商的规模不经济生产成本为 $cd_i^2/2$, 其中 c 为大于零的常数. 同时, 为了更好研究主题, 假定: 1) 两竞争性供应链之间的合同是可以观测的; 2) 供应链中的其他成本如销售成本、库存成本等均为零, 原因为主要考察规模不经济生产成本对纵向合同选择的影响.

2 基于数量竞争和规模不经济的链与链模型计算

2.1 两竞争性供应链的制造商均提供批发价格合同

基于数量竞争和规模不经济的链与链纵向合同选择, 先分析两竞争性供应链均采用批发价格合同, 则零售商和制造商的决策函数分别为

$$\max_{d_i} R_i = \max_{d_i} \{ (a - d_i - \gamma d_j) d_i - w_i d_i \} \quad (2)$$

$$\max_{w_i} M_i = \max_{w_i} \{ w_i d_i - cd_i^2/2 \} \quad (3)$$

根据制造商与零售商间的博弈规则和合同的可观测性, 采用倒推法则, 可得数量竞争均衡为

$$d_i = \frac{2a}{2c + 2\gamma + 8 - \gamma^2}$$

进而求出最大利润函数, 并记该竞争供应链结构为 ww , 则有

$$M_{iww} = 2a^2 \frac{4 + c - \gamma^2}{(8 + 2c + 2\gamma - \gamma^2)^2}$$

$$R_{iww} = 4a^2 \frac{1}{(8 + 2c + 2\gamma - \gamma^2)^2}$$

2.2 两竞争性供应链的制造商均提供两部定价合同

考虑两竞争性供应链均采用两部定价合同, 此时零售商的决策函数为

$$\max_{d_i} R_i = \max_{d_i} \{ (a - d_i - \gamma d_j) d_i - F_i - w_i d_i \} \quad (4)$$

由于制造商提供的是两部定价合同, 可以通

过收取固定费用调节其自身的利润, 所以制造商可以通过使所在供应链利润最大化来确定批发价格, 则其决策函数为

$$\max_{w_i} T_i = \max_{w_i} \left\{ (a - d_i - \gamma d_j) d_i - \frac{cd_i^2}{2} \right\} \quad (5)$$

根据制造商与零售商的纵向博弈规则和合同的可观测性, 采用倒推法则, 得到数量竞争均衡为

$$d_i = \frac{2a}{2c + 2\gamma + 4 - \gamma^2}$$

最优批发价格

$$w_i = a \frac{2c - \gamma^2}{4 + 2c + 2\gamma - \gamma^2}$$

进而可求出制造商和零售商的最大利润函数, 并记此时竞争供应链结构为 tt , 则有

$$M_{itt} = 2a^2 \frac{3c - \gamma^2}{(4 + 2c + 2\gamma - \gamma^2)^2} + F_i$$

$$R_{itt} = 4a^2 \frac{1}{(4 + 2c + 2\gamma - \gamma^2)^2} - F_i$$

2.3 一个链提供两部定价合同, 另一个链提供批发价格合同

假定第 1 个竞争性的供应链采用的是两部定价合同, 第 2 个供应链采用的是批发价格合同. 两供应链中零售商的决策函数分别为

$$\max_{d_1} R_1 = \max_{d_1} \{ (a - d_1 - \gamma d_2) d_1 - F_1 - w_1 d_1 \} \quad (6)$$

$$\max_{d_2} R_2 = \max_{d_2} \{ (a - d_2 - \gamma d_1) d_2 - w_2 d_2 \} \quad (7)$$

由于制造商提供的合同是两部定价合同, 于是两供应链中制造商的决策函数分别为

$$\max_{w_1} T_1 = \max_{w_1} \left\{ (a - d_1 - \gamma d_2) d_1 - \frac{cd_1^2}{2} \right\} \quad (8)$$

$$\max_{w_2} M_2 = \max_{w_2} \left\{ w_2 d_2 - \frac{cd_2^2}{2} \right\} \quad (9)$$

记此时竞争供应链结构为 tw , 由式 (6) ~ (9) 可得两竞争性供应链的数量竞争均衡和最优批发价格函数分别为

$$d_{1tw} = 2a \frac{2c + 8 - 2\gamma - \gamma^2}{\gamma^4 + 4c^2 + 24c + 32 - 16\gamma^2 - 4\gamma^2 c},$$

$$d_{2tw} = 2a \frac{2c + 4 - 2\gamma - \gamma^2}{\gamma^4 + 4c^2 + 24c + 32 - 16\gamma^2 - 4\gamma^2 c};$$

$$w_{1tw} = a \frac{(2c - \gamma^2)(8 + 2c - \gamma^2 - 2\gamma)}{\gamma^4 + 4c^2 + 24c + 32 - 16\gamma^2 - 4\gamma^2 c},$$

$$w_{2tw} = a \frac{(4 + 2c - \gamma^2)(4 + 2c - \gamma^2 - 2\gamma)}{\gamma^4 + 4c^2 + 24c + 32 - 16\gamma^2 - 4\gamma^2 c}.$$

结合 $w_{it} = a \frac{2c - \gamma^2}{4 + 2c + 2\gamma - \gamma^2}$ 可得数量竞争和规模不经济对批发价格的影响特征如下。

命题1 1) 当 $0 < \gamma < \sqrt{2c}$ 且 $0 < c < 0.5$ 时, $w_{it} > 0$ $w_{1tw} > 0$; 2) 当 $\sqrt{2c} < \gamma < 1$ 且 $0 < c < 0.5$ 时 $w_{it} < 0$ $w_{1tw} < 0$ 。

命题1表明规模不经济的程度相对较弱时: 1) 若两供应链之间的横向竞争强度相对较弱且严重依赖于规模不经济系数, 则采用两部定价合同时的可变收费为正; 2) 若横向竞争加剧且严重依赖于规模不经济系数时, 则须采用可变收费补贴性质的两部定价合同。

为考察数量竞争和规模不经济对数量竞争均衡的影响特征, 记 $\frac{\partial d_{1tw}}{\partial \gamma} = 0$ 的解为 c_1 和 c_2 , $\frac{\partial d_{2tw}}{\partial c} = 0$ 的解为 c_3 和 c_4 , c_1 , c_2 , c_3 和 c_4 分别如下

$$c_1 = \frac{\gamma^3 - 10\gamma + 6 + \gamma^2 + 2\sqrt{1 + 2\gamma - 2\gamma^3}}{2(\gamma - 1)}$$

$$c_2 = \frac{\gamma^3 - 10\gamma + 6 + \gamma^2 - 2\sqrt{1 + 2\gamma - 2\gamma^3}}{2(\gamma - 1)}$$

$$c_3 = \frac{\gamma^2 + 2\gamma - 4 + 2\sqrt{2\gamma}}{2}$$

$$c_4 = \frac{\gamma^2 + 2\gamma - 4 - 2\sqrt{2\gamma}}{2} < 0$$

引理1 1) 当 $0.3626 < \gamma < 1$ 时 $c_2 > 0$; 2) 当 $0.6494 < \gamma < 1$ 时 $c_3 > 0$ 。

命题2 1) 当 $0.3626 < \gamma < 1$ 时 $\rho < c < c_2$, $\frac{\partial d_{1tw}}{\partial \gamma} > 0$; 2) 当 $0.6494 < \gamma < 1$ 时 $\rho < c < c_3$, $\frac{\partial d_{2tw}}{\partial c} > 0$ 。

命题2表明两竞争性供应链分别采用批发价

$$F_{11} = -4a^2 \frac{4c^3 + (32 - 4r^2 + 8\gamma)c^2 + (56 + \gamma^4 - 16\gamma^2 - 4r^3 + 24\gamma)c - 32\gamma - 16\gamma^2 - 32 + 2\gamma^4}{(4 + 2c + 2\gamma - \gamma^2)^2(8 + 2c + 2\gamma - \gamma^2)^2}$$

$$F_{12} = 32a^2 \frac{2c + 2\gamma + 6 - \gamma^2}{(4 + 2c + 2\gamma - \gamma^2)^2(8 + 2c + 2\gamma - \gamma^2)^2}$$

记 F_{11} 关于 c 的实数解为 c_5 , $F_{11} = F_{12}$ 关于 c 的实数解为 c_6 , c_5 和 c_6 如下

$$c_5 = \frac{A^{1/3}}{6} + \frac{44 + 28\gamma - 2\gamma^3 + \frac{\gamma^4}{2}}{3A^{1/3}} - \frac{8}{3} - \frac{2\gamma}{3} + \frac{\gamma^2}{3} > 0$$

格合同和两部定价合同时, 零售商间的数量竞争和制造商的规模不经济不一定呈现负面影响: 1) 当竞争强度在 $(0.3626, 1)$ 范围内, 规模不经济程度相对较弱且严重依赖于数量竞争强度时, 两部定价合同所在供应链的订货数量随竞争强度的加强而增大; 2) 当竞争较为激烈, 其强度在 $(0.6494, 1)$ 范围内, 规模不经济程度相对较弱且严重依赖于数量竞争强度, 则批发价格合同所在供应链的订货数量随规模不经济程度的加剧而增大。

将最优批发价格函数和最优订货量代入利润函数, 并记此时供应链结构标记为 tw , 则有

$$M_{1tw} = 2a^2 \frac{(8 + 2c - \gamma^2 - 2\gamma)^2(c - \gamma^2)}{(\gamma^4 + 4c^2 + 24c + 32 - 16\gamma^2 - 4\gamma^2c)^2} + F_1$$

$$M_{2tw} = 2a^2 \frac{(4 + 2c - \gamma^2 - 2\gamma)^2(4 + c - \gamma^2)}{(\gamma^4 + 4c^2 + 24c + 32 - 16\gamma^2 - 4\gamma^2c)^2}$$

$$R_{1tw} = 4a^2 \frac{(8 + 2c - \gamma^2 - 2\gamma)^2}{(\gamma^4 + 4c^2 + 24c + 32 - 16\gamma^2 - 4\gamma^2c)^2} - F_1$$

$$R_{2tw} = 4a^2 \frac{(4 + 2c - \gamma^2 - 2\gamma)^2}{(\gamma^4 + 4c^2 + 24c + 32 - 16\gamma^2 - 4\gamma^2c)^2}$$

3 基于制造商和零售商同时实现帕累托改进的纵向合同选择

3.1 均采用两部定价合同或批发价格合同的竞争供应链纵向合同选择

记 $M_{1tw} = M_{1ww}$ 和 $R_{1tw} = R_{1ww}$ 关于固定收费的边界 F_{11} 和 F_{22} 分别为

$$A = 800 + 528\gamma - 24\gamma^2 - 88\gamma^3 - 6\gamma^4 + 6\gamma^5 - \gamma^6 + 6(3\gamma^8 + -12672\gamma - 16320\gamma^2 - 192\gamma^4 - 6912\gamma^3 - 24\gamma^6 + 432\gamma^5 - 1152 - 24\gamma^7)^{1/2}$$

$$c_6 = \frac{B^{1/3}}{6} - \frac{2(\gamma^3 - 10 - 14\gamma - \frac{\gamma^4}{4})}{3B^{1/3}} - \frac{8}{3} -$$

$$\frac{2\gamma}{3} + \frac{\gamma^2}{3}$$

式中

$$B = 656 + 384\gamma + 48\gamma^2 - 88\gamma^3 - 6\gamma^4 + 6\gamma^5 - \gamma^6 + 6(6528\gamma - 4608\gamma^2 + 528\gamma^5 - 24\gamma^7 - 24\gamma^6 - 672\gamma^4 - 6528\gamma^3 + 3\gamma^8 + 10176)^{1/2}$$

引理2 1) $c_5 > 0$; 2) 当 $0.553 < \gamma < 1$ 时, $c_6 > 0$ 且 $\frac{\partial c_6}{\partial \gamma} > 0$; 3) 当 $0 < c < c_5$ 时, $F_{11} > 0$; 否则反之; 4) $F_{12} > 0$; 5) 当 $c > \max(c_5, 0)$ 时, $F_{11} < F_{12}$.

命题3 当 $c > c_5$ 或者 $\max(c_5, 0) < c < c_5$ 时, $F_{11} < F_1 < F_{12}$ 则 $M_{1tt} > M_{1ww}$, $R_{1tt} > R_{1ww}$.

证明 因 $M_{1tt} - M_{1ww} = F_1 - F_{11}$, $R_{1tt} - R_{1ww} = -F_1 + F_{12}$ 结合引理2, 命题3 得证.

命题3 表明当制造商的规模不经济程度非常高时, 则采用两部定价合同的固定收费可正可负, 如图1 区域 I 所示. 若固定收费为负则表明制造商对零售商进行固定收费补贴并调节批发价格使其利润最大化, 此时通过对固定收费进行调节, 使之在 (F_{11}, F_{12}) 范围内, 不仅可以实现采用两部定价合同的制造者绩效高于采用批发价格合同的制造者绩效, 而且此时的零售商绩效也有提高, 即能同时实现制造商和零售商绩效的帕累托改进.

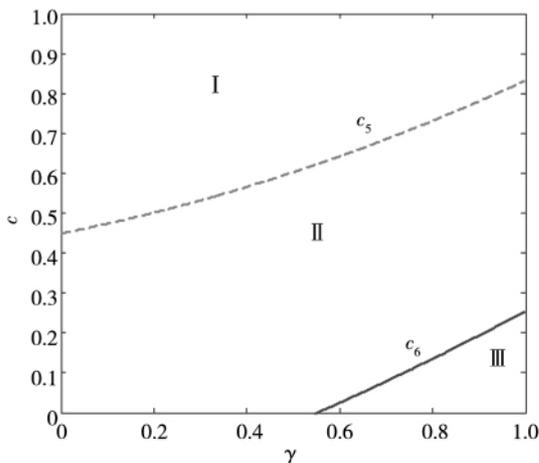


图1 $a = 1, \rho = 0.2$ 时的 c_5 和 c_6 与 γ 的关系图

Fig. 1 The effect of γ on c_5 and c_6 when $a = 1, \rho = 0.2$

如果制造商的规模不经济程度相对适中时, 如图1 区域 II 所示, 则通过调节固定收费使之在 (F_{11}, F_{12}) 范围内, 采用两部定价合同也能同时实现制造商和零售商绩效的帕累托改进.

而当制造商的规模不经济程度相对较低, 且

横向市场竞争比较激烈时, 如图1 区域 III 所示, 则两部定价合同对制造商和零售商而言已经失效, 即横向外部的加强及制造商的弱规模不经济性导致两部定价合同失效.

为直观考察规模不经济对固定收费的影响, 令 $a = 1, \gamma = 0.88, \rho \in (0, 0.4)$, 作图2. 当规模不经济程度相对较低, 如图2 区域 IV 所示, 制造商和零售商采用两部定价合同实现双赢的区域根本不存在, 而随着规模不经济程度的加剧, 双赢区域逐渐显现. 由图2 知, 区域 V 为实现双赢的固定收费区域, 且该区域随规模不经济程度的加重而逐渐增大, 表明制造商和零售商采用两部定价合同实现双赢的固定收费可调范围逐渐增大.

为直观考察数量竞争强度对固定收费的影响, 令 $a = 1, \rho = 0.2$, 由图3 知, 区域 V 为采用两部定价合同能同时实现制造商和零售商双赢的固定收费可调范围, 但该可调范围随数量竞争强度的加强而逐渐减小.

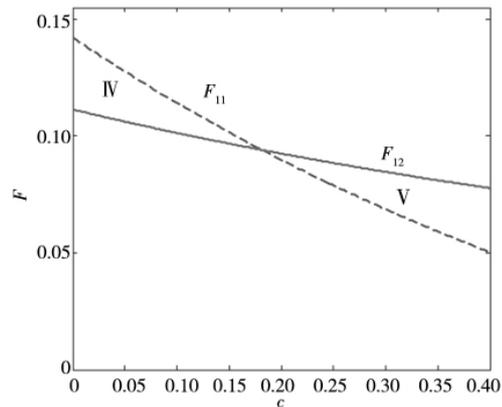


图2 $a = 1, \gamma = 0.88$ 时 F_{11} 和 F_{12} 与 c 的关系图

Fig. 2 The effect of c on F_{11} and F_{12} when $a = 1, \gamma = 0.88$

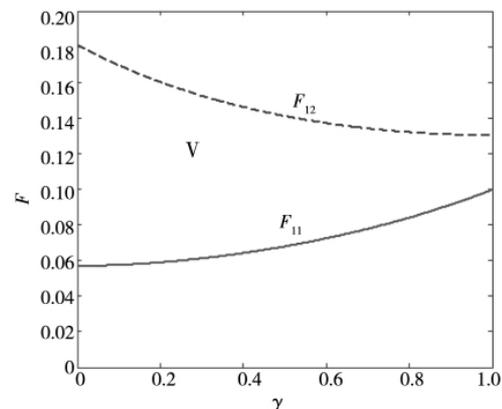


图3 $a = 1, \rho = 0.2$ 时的 F_{11} 和 F_{12} 与 γ 的关系图

Fig. 3 The effect of γ on F_{11} and F_{12} when $a = 1, \rho = 0.2$

3.2 当竞争对手供应链采用批发价格合同时的纵向合同选择

$$F_{13} = 8a^2 \frac{(16+8\gamma^2)c^3 + (192-12\gamma^4+48\gamma^2)c^2 + (768+6\gamma^6-68\gamma^4)c + 1024 + 20\gamma^6 - 256\gamma^2 - 64\gamma^4 - \gamma^8}{(\gamma^4 - 4\gamma^2c - 16\gamma^2 + 24c + 4c^2 + 32)^2(2c - \gamma^2 + 2\gamma + 8)^2}$$

$$F_{14} = 32a^2 \frac{(2c + 8 - \gamma^2)(4c^2 + 28c - 4\gamma^2c + 48\gamma^4 - 18\gamma^2)}{(\gamma^4 - 4\gamma^2c - 16\gamma^2 + 24c + 4c^2 + 32)^2(2c - \gamma^2 + 2\gamma + 8)^2}$$

引理 3 $F_{13} < F_{14}$.

命题 4 当 $F_{13} < F_1 < F_{14}$ 时 $M_{1tw} = M_{1ww}$, $R_{1tw} = R_{1ww}$.

证明 $M_{1tw} - M_{1ww} = F_1 - F_{13}$, 且 $R_{1tw} - R_{1ww} = -F_1 + F_{14}$, 所以当 $F_1 > F_{13}$ 时 $M_{1tw} > M_{1ww}$; $F_1 < F_{14}$ 时 $R_{1tw} > R_{1ww}$, 且由引理 3 可知 命题 4 得证.

命题 4 表明如果竞争对手供应链采用批发价格合同, 本链通过调整固定收费, 使其在 (F_{13}, F_{14}) 范围内, 且该范围严重依赖于数量竞争强度和规模不经济的程度, 则可得采用两部定价合同下的制造商和零售商绩效同时实现帕累托改进.

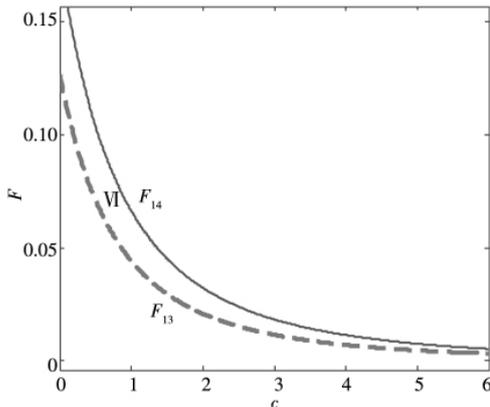


图 4 $a = 1, \gamma = 0.5$ 时 F_{13} 和 F_{14} 与 c 的关系图

Fig. 4 The effect of c on F_{13} and F_{14} when $a = 1, \gamma = 0.5$

3.3 当竞争对手供应链采用两部定价合同时的纵向合同选择

$$F_{21} = \frac{-4a^2}{(\gamma^4 - 4\gamma^2c - 16\gamma^2 + 24c + 4c^2 + 32)^2(2c - \gamma^2 + 2\gamma + 4)^2} [16c^5 + (192 - 32\gamma^2)c^4 + (800 + 24\gamma^4 - 336\gamma^2)c^3 + (1280 - 1056\gamma^2 + 200\gamma^4 - 8\gamma^6)c^2 + (384 - 44\gamma^6 - 832\gamma^2 + \gamma^8 + 392\gamma^4)c + 2\gamma^8 + 384\gamma^2 - 32\gamma^4 - 512 - 24\gamma^6]$$

$$F_{22} = 32a^2 \frac{(2c + 4 - \gamma^2)(4c^2 + 20c - 4\gamma^2c + 24 + \gamma^4 - 14\gamma^2)}{(\gamma^4 - 4\gamma^2c - 16\gamma^2 + 24c + 4c^2 + 32)^2(2c - \gamma^2 + 2\gamma + 4)^2}$$

引理 4 $F_{21} < F_{22}, F_{22} > 0$.

命题 5 当 $F_{21} < F_2 < F_{22}$ 时, $M_{2tt} > M_{2tw}$, $R_{2tt} > R_{2tw}$.

证明 $M_{2tt} - M_{2tw} = F_2 - F_{21}$, 且 $R_{2tt} - R_{2tw} = -F_2 + F_{22}$, 所以当 $F_2 > F_{21}$ 时, $M_{2tt} > M_{2tw}$; 当 $F_2 < F_{22}$ 时 $R_{2tt} > R_{2tw}$. 又根据引理 4 知 $F_{21} <$

记 $M_{1tw} = M_{1ww}$ 和 $R_{1tw} = R_{1ww}$ 关于固定收费的边界 F_{13} 和 F_{14} 分别为

令 $a = 1, \gamma = 0.5$, 直观考察规模不经济程度对范围 (F_{13}, F_{14}) 的影响, 如图 4 所示. 由图 4 可看出, 实现制造商和零售商绩效均改进的固定收费范围为图中区域 VI, 且该固定收费区域随着规模不经济系数的逐渐增大而减少.

令 $a = 1, c = 2$, 直观考察数量竞争强度对固定收费范围 (F_{13}, F_{14}) 的影响, 由图 5 知道区域 VI 为改进制造商和零售商双方绩效的固定收费可设置范围, 即制造商和零售商采用两部定价合同能实现双赢, 且该区域随着竞争强度的加剧而逐渐减小.

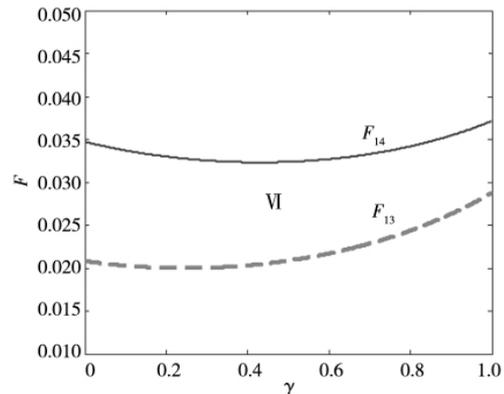


图 5 $a = 1, c = 2$ 时 F_{13} 和 F_{14} 与 γ 的关系图

Fig. 5 The effect of γ on F_{13} and F_{14} when $a = 1, c = 2$

记 $M_{2tt} = M_{2tw}$ 和 $R_{2tt} = R_{2tw}$ 的关于 F_2 的边界函数 F_{21} 和 F_{22} 分别为

F_{22} 遂命题 5 得证.

命题 5 表明如果竞争对手供应链采用两部定价合同, 本链采用两部定价合同并调节固定收费, 使其在 (F_{21}, F_{22}) 范围内, 且该范围严重依赖于数量竞争强度和规模不经济的程度, 则可使制造商和零售商同时实现绩效的帕累托改进.

为直观考察规模不经济程度对固定收费范围的影响,令 $a = 1, \gamma = 0.5$ 作图6. 由图6可知区域 VII 和区域 VIII 为采用两部定价和能同时实现制造商和零售商绩效改进的固定收费调节区域,且该区域随着规模不经济系数的增大而先增大后减小,其中区域 VIII 为负的收费区域,即实行两部定价合同的固定收费补贴合同,并通过调节批发价格使制造商和零售商同时实现双赢.

为直观考察数量竞争强度对固定收费范围的影响;令 $a = 1, c = 2$ 作图7,区域 IX 和区域 X 为采用两部定价和能同时实现制造商和零售商帕累托改进的固定收费可调区域,其中区域 X 为负的固定收费区域,即采用为补偿性质的固定收费,且该补贴区域随数量竞争的加剧而减小.

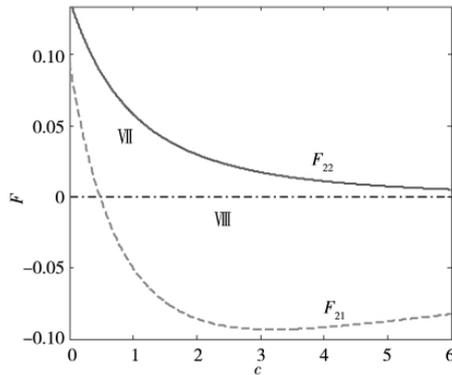


图6 $a = 1, \gamma = 0.5$ 时 F_{21} 和 F_{22} 与 c 的关系图
Fig. 6 The effect of c on F_{21} and F_{22} when $a = 1, \gamma = 0.5$

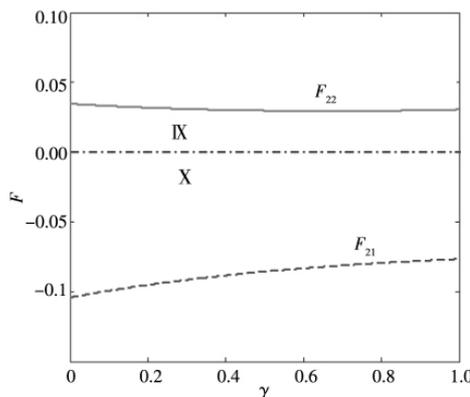


图7 $a = 1, c = 2$ 时 F_{21} 和 F_{22} 与 γ 的关系图
Fig. 7 The effect of γ on F_{21} and F_{22} when $a = 1, c = 2$

3.4 基于制造商和零售商同时实现帕累托绩效改进的纵向合同演变过程

引理5 1) $M_{1tt} > M_{1wt}, R_{1tt} > R_{1wt}$ (根据对称性,由 $M_{2tt} > M_{2tw}, R_{2tt} > R_{2tw}$ 可得); 2) $F_{21} <$

$$F_{11} < F_{13}, F_{12} < F_{22} < F_{14}.$$

命题6 若 $F_{13} < F_{12}$, 则 $F_{13} < F_1 < F_{12}$ 竞争性供应链的纵向合同选择的动态演变过程为 $ww \rightarrow tw/wt \rightarrow tt$ 且 tt 为均有占优均衡性质的纵向合同.

证明 若 $F_{13} < F_{12}$, 则 $F_{21} < F_{11} < F_{13} < F_1 < F_{12} < F_{22} < F_{14}$, 于是可得 $M_{1tw} > M_{1ww}, R_{1tw} > R_{1ww}, M_{1tt} > M_{1wt}, R_{1tt} > R_{1wt}$, 同时 $M_{1tt} > M_{1ww}, R_{1tt} > R_{1ww}$, 所以两部定价合同为竞争性供应链的占优均衡合同.

命题6表明若 $F_{13} < F_{12}$ 则通过调节固定收费,使之在 (F_{13}, F_{12}) 范围内,如图8中区域 XI 和图9中区域 XII 所示,此时竞争性供应链的纵向均衡合同为两部定价合同,且该合同为能使制造商和零售商绩效同时实现帕累托改进的占优均衡合同.且由图8和图9可看出该固定收费可调范围随数量竞争的加剧而逐渐减小以至为零,而随规模不经济程度的加剧而逐渐增大.

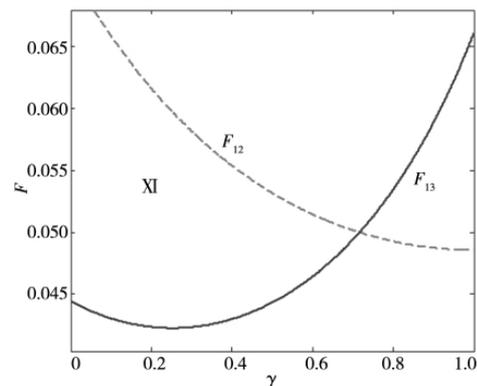


图8 $a = 1, c = 1$ 时 F_{12} 和 F_{13} 与 γ 的关系图
Fig. 8 The effect of γ on F_{12} and F_{13} when $a = 1, c = 1$

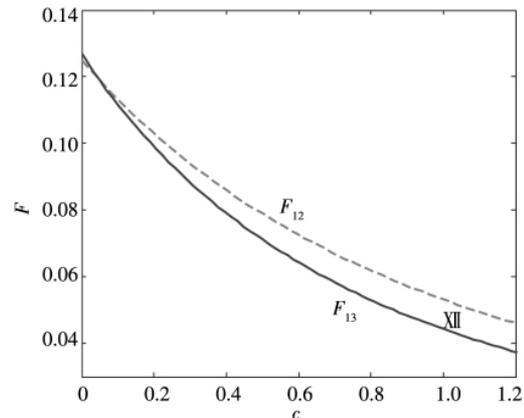


图9 $a = 1, \gamma = 0.5$ 时 F_{12} 和 F_{13} 与 c 的关系图
Fig. 9 The effect of c on F_{12} and F_{13} when $a = 1, \gamma = 0.5$

4 基于每个供应链系统绩效的纵向合同选择

记 $T_{itt} = M_{itt} + R_{itt}$, $T_{iww} = M_{iww} + R_{iww}$, $T_{itw} = M_{itw} + R_{itw}$; 且 $T_{itt} = T_{iww}$ 的解为 c_6 .

- 命题7 1) 当 $c > \max(c_6, \rho)$ 时, $T_{itt} > T_{iww}$;
- 2) 当 $0.553 < \gamma < 1$ 且 $0 < c < c_6$ 时, $T_{iww} > T_{itt}$.

命题7表明批发价格合同并不总是次优的选择,其供应链的系统绩效不一定低于两部定价合同的系统绩效.当制造商的规模不经济程度相对较强时,采用两部定价合同对制造商的生产成本进行分担对供应链系统绩效更有利;当制造商自身规模不经济程度相对较弱且严重依赖于数量竞争强度,同时横向外部性又较强,两部定价合同对整个供应链系统而言已经失效,反而批发价格合同对系统绩效更有利.

为直观描述规模不经济对 T_{itt} 和 T_{iww} 关系的影响,令 $a = 1, \gamma = 0.6$,画出 T_{itt} 和 T_{iww} 关于规模不经济的函数关系图(图10).由图10知,当规模不经济程度较弱时,采用两部定价合同并不能改善,反而降低供应链系统绩效,如图10中区域 i;相反,当规模不经济程度相对较高时,则采用两部定价合同改善系统绩效的区域随着规模不经济程度的加重反而增大,如图10中区域 ii.

为直观描述数量竞争强度对 T_{itt} 和 T_{iww} 的关系,令 $a = 1, c = 2$,画出 T_{itt} 和 T_{iww} 关于竞争强度的函数关系图(图11).由图11知,批发价格合同和两部定价合同的系统绩效均随着竞争强度的加强而减小,且采用两部定价合同改善系统绩效的区域(如图11中区域 iii)随数量竞争的加剧而逐渐减小.

命题8 $T_{2tt} > T_{2tw}, T_{1tw} > T_{1ww}$.

命题8说明不管竞争对手供应链采用两部定价合同还是采用批发价格合同,本链采用两部定价合同的结构模型优于批发价格合同,且完全不受零售终端的数量竞争和制造商的规模不经济的影响.

由命题7和命题8容易得到以下结论.

命题9 1) 当 $c > \max(c_6, \rho)$ 时,竞争性供应链的纵向合同的动态演变过程为 $ww \rightarrow tw/wt \rightarrow tt$,且 tt 即两部定价合同为具有占优均衡性质的纵

向合同;

2) 当 $0.553 < \gamma < 1$ 且 $0 < c < c_6$ 时,竞争性供应链的纵向合同动态演变过程为 $ww \rightarrow tw/wt \rightarrow tt$,且 tt 即两部定价合同为竞争性供应链最终的纵向均衡合同,但两部定价合同给系统所带来的绩效为囚徒困境.

证明 由 $T_{iww} < T_{1tw}$ 和 $T_{1tt} > T_{1wt}$ (由 $T_{2tt} > T_{2tw}$ 及对称性可得) 知,竞争性供应链的纵向合同演变过程为 $ww \rightarrow tw$ 和 $wt \rightarrow tt$,即最终的均衡合同为两部定价合同.所以若 $c > c_6$ 且 $c > 0$ 时, $T_{itt} \geq T_{iww}$,则两部定价合同为具有占优均衡性质的合同;若数量竞争强度位于 $(0.553, 1)$ 范围内,且 $0 < c < c_6$ 时, $T_{itt} < T_{iww}$,则两部定价合同处于囚徒困境状态.

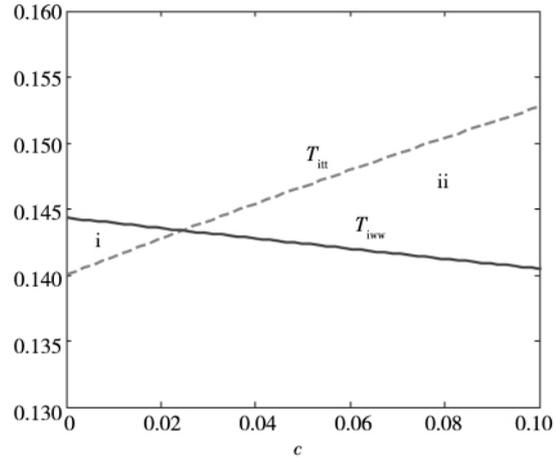


图10 $a = 1, \gamma = 0.6$ 时的 T_{itt} 和 T_{iww} 与 c 的关系图

Fig. 10 The effect of c on T_{itt} and T_{iww} when $a = 1, \gamma = 0.6$

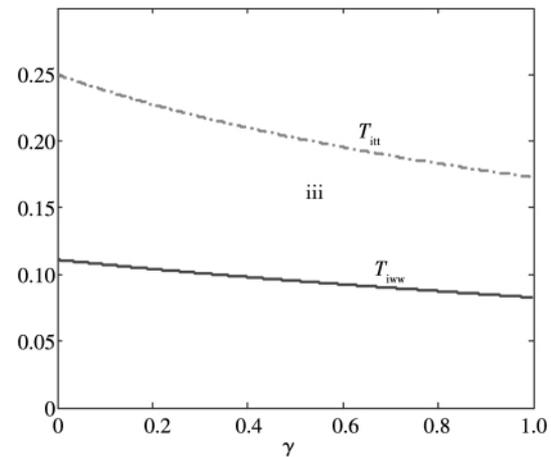


图11 $a = 1, c = 2$ 时的 T_{itt} 和 T_{iww} 与 γ 的关系图

Fig. 11 The effect of γ on T_{itt} and T_{iww} when $a = 1, c = 2$

命题9表明,在制造商规模不经济的链与链

数量竞争环境中,供应链的纵向合同选择由批发价格合同最终演变为两部定价合同,但当制造商的规模不经济程度相对较高且严重依赖于数量竞争强度时,则采用两部定价合同为实现每个供应链系统绩效帕累托改进的占优均衡合同;而当横向外部性较强,竞争强度在 $(0.553, 1)$ 范围内,且制造商的规模不经济程度又相对较低,其系数在 $(0, \rho_6)$ 范围内且严重依赖于数量竞争强度时,批发价格合同所带来的系统绩效高于两部定价合同所带来的系统绩效,由此也导致了两部定价合同的囚徒困境现象.

5 结束语

本文基于链与链数量竞争及制造商的生产规模不经济环境,研究了两部定价合同选择的绩效改进条件、博弈均衡特征和局限性,并进一步分析市场竞争强度、规模不经济参数对合同选择行为的影响,得到如下主要结论.

基于制造商和零售商同时实现帕累托改进的角度: 1) 若两竞争性供应链均采用两部定价合同或批发价格合同,则当本供应链中制造商具有弱规模不经济性,且横向市场竞争相对比较激烈,则采用两部定价合同对制造商和零售商均失效; 2) 而当规模不经济程度相对较强或者适中,且严重依赖于数量竞争强度,通过调节固定费用使其在

适度范围内,采用两部定价合同能同时使制造商和零售商实现帕累托改进; 3) 不管竞争对手供应链是否采用两部定价合同,则本链采用两部定价合同并适当调节固定收费,能同时实现制造商和零售商的绩效改进. 遂通过适当调节固定收费使之在一定范围内,则两部定价合同成为制造商和零售商绩效同时实现帕累托改进的占优均衡,但该固定收费的选择严重依赖于规模不经济程度和数量竞争强度.

基于每个供应链系统绩效角度: 1) 当制造商的规模不经济程度相对较高且严重依赖于数量竞争强度时,竞争性供应链的纵向均衡合同为两部定价合同,且该合同具有占优均衡性质; 2) 而当横向市场竞争较激烈,制造商的规模不经济程度相对较弱且严重依赖于数量竞争强度,则采用两部定价合同失效,批发价格合同反而有利于供应链系统避开激烈的市场竞争. 该结论与传统的批发价格合同总是次优选择的研究成果不同,由此也导致两部定价合同的囚徒困境.

本文的研究成果为进一步的理论研究和实践提供了参考价值,但也存在一些不足. 首先,未考虑需求的不确定性; 其次,如果制造商企业是规模经济的,又该如何建模求解? 最后,本文未考虑制造商的其他成本,如库存持有成本,及零售商的销售成本和库存成本等对合同选择的影响,这些均需进一步拓展和研究.

参 考 文 献:

- [1] Banker R D, Kemerer C F. Scale economies in new software development [J]. IEEE Transactions on Software Engineering, 1989, 15(10): 1199 - 1205.
- [2] Zenger T R. Explaining organizational diseconomies of scale in R&D: Agency problems and the allocation of engineering talent, ideas, and effort by firm size [J]. Management Science, 1994, 40(6): 708 - 729.
- [3] Dixon H D. Inefficient diversification in multi-market oligopoly with diseconomies of scope [J]. Economica, 1994, 61(242): 213 - 219.
- [4] Alvarez A, Arias C. Diseconomies of size with fixed managerial ability [J]. American Journal of Agricultural Economics, 2003, 85(1): 134 - 142.
- [5] Spengler J J. Vertical integration and antitrust policy [J]. Journal of Political economy, 1954, 58(4): 347 - 352.
- [6] Cachon G P. Supply Chain Coordination with Contracts [M] // de Kok A G, Graves S C. Handbooks in Operations Research and Management Science: Supply Chain Management, Elsevier, Amsterdam, 2003.
- [7] Cachon G P, de Kok A G. Competing manufacturers in a retail supply chain: On contractual form and coordination [J]. Management Science, 2010, 56(3): 571 - 589.
- [8] McGuire W, Staelin R. An industry equilibrium analysis of downstream vertical integration [J]. Marketing Science, 1983, 2

(2): 161 – 191.

- [9] Coughlan A T. Competition and cooperation in marketing channel choice: Theory and application [J]. *Marketing Science*, 1985, 4(2): 110 – 129.
- [10] Moorthy K S. Strategic decentralization in channels [J]. *Marketing Science*, 1988, 7(4): 335 – 355.
- [11] Trivedi M. Distribution channels: An extension of exclusive retailership [J]. *Management Science*, 1998, 44(7): 231 – 246.
- [12] 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, 21(2): 123 – 125.
Ai Xingzheng, Tang Xiaowo. Research on performance of vertical structure of competitive supply chain based on bargaining power [J]. *Journal of Industrial Engineering and Engineering Management*, 2007, 21(2): 123 – 125. (in Chinese)
- [13] Boyaci T, Gallego G. Supply chain coordination in a market with customer service competition [J]. *Production and Operations Management*, 2004, 13(1): 2 – 22.
- [14] Wu C Q, Petruzzini N C, Chhajed D. Vertical integration with price-setting competitive newsvendors [J]. *Decision Sciences*, 2007, 38(4): 581 – 610.
- [15] 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 System Engineering*, 2008, 23(2): 188 – 193. (in Chinese)
- [16] Ha A Y, Tong S, Zhang H T. Sharing imperfect demand information in competing supply chains with production diseconomies [J]. *Management Science*, 2011, 57(3): 566 – 581.
- [17] 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)
- [18] 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)
- [19] 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, Ai Xingzheng, Tang Xiaowo. 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)
- [20] 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, Ai Xingzheng, Tang Xiaowo. Vertical structure choice of chain-chain competition based on price and service [J]. *Control and Decision*, 2009, 24(10): 1540 – 1546. (in Chinese)
- [21] Wu D S, Baron O, Berman O. Bargaining in competing supply chains with uncertainty [J]. *European Journal of Operational Research*, 2009, 197(2): 548 – 556.
- [22] 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.
Ai Xingzheng, Liao Tao, Tang Xiaowo. Full return policy of chain to chain competition [J]. *Journal of System Engineering*, 2008, 28(6): 727 – 734. (in Chinese)
- [23] Ai X Z, Chen J, Zhao H X, et al. Competition among supply chains: Implications of full returns policy [J]. *International Journal of Production Economics*, 2012, 139(1): 257 – 265.
- [24] Ha A Y, Tong S L. Contracting and information sharing under supply chain competition [J]. *Management Science*, 2008, 54(4): 701 – 715.
- [25] 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)

[26] Chen J , Zhang H. The impact of customer returns on competing chains [J]. *International Journal of Management Science and Engineering Management* , 2011 , 6(1) : 58 - 70.

Two-part tariffs of chain-to-chain competition under manufacturer's scale diseconomies

ZHAO Hai-xia , AI Xing-zheng , TANG Xiao-wo

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

Abstract: Based on chain-to-chain quantity competition and the manufacturers' scale diseconomies , this paper not only explored the requirements of the performance improvement of supply chain's members , the characters of the equilibrium , and the limitations of the two-part tariffs when the manufacturer chooses the two-part tariffs other than wholesale price contract , but also analyzed the impact of intensity of quantity competition and scale diseconomies on the behaviors of manufacturer's choices. The results show that: two-part tariffs can realize the win-win of both the manufacturer's and retailer's performances by adjusting the fixed fee regardless of the rival supply chain's contract choice; the equilibrium can be a dominant equilibrium by adjusting the fixed fee , but the fixed fee is strongly influenced by the intensity of scale diseconomies and quantity competition; two-part tariffs produces a dominant equilibrium for the supply chain's performance when the intensity of scale diseconomies is relatively stronger and influenced by the intensity of quantity competition.

Key words: chain-to-chain; quantity competition; diseconomies of scale; two-part tariffs