

需求不确定和纵向约束的链与链竞争固定加价^①

赵海霞¹, 艾兴政², 马建华², 何雪峰²

(1. 西南石油大学经济管理学院, 成都 610500; 2. 电子科技大学经济与管理学院, 成都 610054)

摘要: 基于需求不确定和纵向约束的链与链竞争环境, 识别固定加价合同选择的绩效改进条件和博弈均衡特征, 并进一步分析市场需求波动风险、市场规模、市场份额、价格竞争、零售商预测能力及固定加价比例对合同选择行为的影响. 研究发现: 当横向价格竞争相对较弱, 零售终端的市场份额相对较大时, 基于纵向约束的固定加价合同是实现供应链系统绩效改进的贝叶斯占优均衡; 若此时固定加价的相对比例适中且市场需求波动风险不是很高, 或者固定加价的相对比例较大但市场需求波动的风险相对适中, 则固定加价合同是实现制造商和零售商 Pareto 绩效均改进的贝叶斯均衡; 而若价格竞争非常激烈, 则无纵向约束的批发价格合同能形成实现供应链系统绩效 Pareto 改进的占优贝叶斯均衡.

关键词: 需求不确定; 链与链竞争; 纵向约束; 固定加价合同

中图分类号: F273 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-9807(2015)01-0020-12

0 引言

随着经济全球化和信息技术的快速发展, 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. 经济的全球化、信息技术的快速发展及顾客需求的高度不确定性促进了电子产品的不断更新, 也导致其价格的快速下降. 例如, 个人电脑产业就具有这样的特点, 台式机在其生命周期的第一年内平均价格会下降 50% - 58%^[1]. 因此, 每个品牌制造商为了保证自己的利润最大化, 保证零售商的利润非负, 也为了避免零售终端的价格战影响品牌形象, 品牌制造商往往对终端产品的定价具有决定权. 本文以固定加价合同 (retailer's fixed markup, RFM, 形式为 $\kappa = 1 - w/p$ ^[2], 即以加成的形式进行加价, 其中 κ 为固定加价比例) 诠释制造商对终端产品的定价权利, 且以批发价格为基准, 研究需求不确定和纵向约束环境下链与链竞争的固定加价合同选择, 并

从制造商和零售商绩效均改进的角度及供应链系统绩效改进角度识别固定加价合同选择的博弈均衡特征.

固定加价合同源于实践, 原因为: 一、方便零售商的定价, 即零售商在批发价格基础上进行最小加价形成最低零售价格吸引更多消费者; 二、减少零售商的工作量, 即拥有多产品的零售商分析各产品需求进而分别定价的工作量巨大, 采用固定加价可减少零售商的工作量; 如零售商仅将产品的综合成本翻倍即为零售价格, 即 “a keystone markup”. Monroe^[3] 则表明固定加价合同是零售商最常用的一种定价模式. Kanavos & Reinhardt^[4] 更指出固定加价在一些国家已由政府直接规定, 如印度的药品定价等. Barsky 等^[5] 通过采集数据和建模对美国零售产业的全国性品牌产品和自有品牌产品的加价量进行了研究. Xiao^[6] 刻画了在批发价格基础上进行加价的零售价格形式. 但该类文献并未基于批发价格合同研究供应

① 收稿日期: 2011-08-01; 修订日期: 2013-03-13.

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); 中央高校基本科研业务费——优秀博士生支持计划项目(ZYGX2012YB033).

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

链各成员绩效改进的固定加价合同。

本文的固定加价合同是制造商对终端产品价格进行纵向约束的一种形式。而现有纵向约束的研究文献主要集中在: 一是针对一个制造商和一个或多个零售商间采用纵向约束进行研究, 如讨论 RPM 与双重加价现象^[7]、需求不确定环境下的 RPM 和独家经营^[8]等; 二是针对竞争环境中两个制造商和两个零售商的纵向约束选择进行研究, 如医院与保险公司的排他性交易^[9,10]、需求不确定环境下 RPM 的选择^[11]、竞争性生产者们和其零售商间的区域专卖^[12]等。但这些文献均未针对具有纵向约束性质的固定加价合同进行研究, 本文则基于需求不确定的链与链竞争环境, 考察制造商控制终端零售价格的固定加价合同绩效, 识别采用纵向约束改善供应链各成员绩效的博弈均衡特征。

链与链竞争的研究包括控制结构选择和合同选择。首先, 在控制结构选择方面: McGuire & Staelin^[13]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^[14]将结果拓展到一般的需求函数并应用于电子行业; Moorthy^[15]将分散化结构与战略纵向内相互作用联系起来; Tride-di^[16]研究了确定型线性需求共用两个零售商的均衡结构; 艾兴政等^[17]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 & Gallego^[18]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 & Petrucci 等^[19]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^[20]考察了不确定环境下链与链竞争的纵向控制结构选择; Ha & Tong 等^[21]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、黄培清等^[22]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^[23]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、艾兴政等^[24-25]识别了成本差异和产品替代, 及价格竞争、服务竞争以及高中低成本的纵向结构均衡特征; Wu & Baron 等^[26]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。

其次, 在合同选择研究方面: 艾兴政等^[27]、Ai 等^[28]考察了需求不确定时链与链竞争的充分退货政策; Ha & Tong^[29]研究了竞争性供应链分别采用菜单合同和线性价格合同时是否进行信息分享的投资; 艾兴政等^[30]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 等^[31]研究了两条竞争供应链间为 Nash 博弈或 Stackelberg 博弈的顾客退货策略。赵海霞等^[32-33]基于链与链竞争的制造商规模不经济环境, 分别分析了两部定价合同和纵向联盟的利润分享机制改善供应链绩效的博弈均衡特征。但该类文献均没有基于批发价格合同, 探索需求不确定的链与链价格竞争环境下固定加价合同改善供应链各成员绩效及系统绩效的博弈均衡特征。

本文的创新之处在于: 基于需求不确定环境和制造商对终端零售价格进行约束的链与链价格竞争环境, 以批发价格为基准, 从制造商和零售商绩效均得到 Pareto 改进的角度及供应链系统绩效得到 Pareto 改进的角度识别了固定加价合同选择的博弈均衡特征, 并分析市场波动风险、市场规模、市场份额、竞争强度、零售商预测能力及固定加价比例对博弈均衡的影响, 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

本文基于批发价格合同, 考察需求不确定环境下两个制造商与两个排他性零售商构成的竞争性供应链的固定加价合同(其形式为 $\kappa = (p - w) / p$, 即 $w = (1 - \kappa)p$, 本文假定固定加价比例 κ 为外生变量) 选择。制造商和零售商之间展开以制造商为领导者的 Stackelberg 博弈, 博弈顺序为: 首先, 根据是否控制终端零售价格, 两条竞争性供应链的制造商同时提供固定加价合同或批发价格合同; 其次, 若制造商提供固定加价合同, 则零售商只需选择订货量; 若制造商提供批发价格合同, 则零售商决定订货量和零售价格; 最后, 制造商满足零售商的订单, 零售商满足市场需求, 形

成横向价格竞争市场,且竞争效应逐步向上游制造商传递,形成两条供应链之间的竞争.基于经济学原理,两个具有替代性产品的需求函数如下

$$q_1 = a\gamma - bp_1 + dp_2 \quad (1)$$

$$q_2 = a(1 - \gamma) - bp_2 + dp_1 \quad (2)$$

$$a = a_0 + e, e \approx N(0, v_0) \quad (3)$$

其中 a 为市场总体潜在需求规模; γ 为第一条供应链产品的潜在市场份额, $1 - \gamma$ 为第二条供应链产品的潜在市场份额; d 为交叉价格效应,也代表着两条供应链间的价格竞争强度; b 为自身价格效应,且 $b > d > 0$,即自身价格效应大于交叉价格效应; e 为顾客认知差异和环境所导致的不确定性因素,服从均值为零与方差为 v_0 正态分布, v_0 代表了市场需求波动的风险大小,并且制造商与零售商具有这一先验分布知识; 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,零售商对产品需求波动因素的预测误差严重依赖于客观环境和零售商自身预测能力,在预测误差项中引入 $\sqrt{v_0}$ 因子,相对于 Raju & Roy^[34] 中的模式更为合理.因此,零售商 i 基于当地顾客群预测产品的需求量 f_i 为

$$f_i = a + \sqrt{v_0}\varepsilon_i, \varepsilon_i \approx N(0, v_i), i = 1, 2 \quad (4)$$

其中 ε_i 为基于零售商 i 对需求预测能力的误差随机变量,该误差满足均值为零、方差为 v_i 的正态分布.重复 Raju & Roy^[34] 的分析可以得到如下信息推断表达式

$$a_i = E(a | f_i) = (1 - t_i) a_0 + t_i f_i \quad (5)$$

其中 $t_i = 1/(1 + v_i)$ 可解释为零售商对需求的预测能力系数,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

$$E(f_j | f_i) = (1 - t_i) a_0 + t_i f_i \quad (6)$$

$$E(f_i - a_0)^2 = v_0(1 + v_i) = v_0/t_i \quad (7)$$

为了更好地研究主题和方便计算,假定:(1) 两条竞争性供应链之间的合同内容不可观测;(2) 供应链中的其他成本均为零.本文分四种情形讨论供应链各成员的绩效:两条竞争性供应链均不存在纵向约束,即制造商均提供批发价格合同,记为情形 ww ; 均存在纵向约束,即制造商均提供固定加价合同,记为情形 rr ; 仅第一条供应链存在纵向约束,记为情形 rw ; 仅第二条供应链存在纵向约束,记为情形 wr . 具体如下 2.1 至 2.4 节

所示.

2 需求不确定环境下采用不同纵向合同的链与链竞争模型计算

2.1 ww 情形

首先考察两条竞争性供应链均不存在制造商控制终端零售价格的纵向约束行为,计算此时供应链各成员的收益.由于零售商拥有私有市场信息,其预期收益及决策为

$$\max_{p_i} E(R_i | f_i) = \max_{p_i} \{ (p_i - w_i) E(q_i | f_i) \} \quad (8)$$

供应链中制造商 i 的预期收益为

$$\max_{w_i} E(M_i) = \max_{w_i} \{ w_i E(q_i) \} \quad (9)$$

$$\text{令 } p_1 = A + B(f_1 - a_0) \quad (10)$$

$$p_2 = C + D(f_2 - a_0) \quad (11)$$

其中 w_i 为制造商 i 的批发价格, A, C 分别代表两个产品零售价格的确定性部分, B, D 代表两个产品零售价格中随机部分的系数.基于纵向 Stackelberg 动态博弈规则,得到零售价格竞争均衡的确定部分和随机部分的系数分别为

$$A_{ww} = 3a_0(4b\gamma + 3d - 3d\gamma) / (16b^2 - 9d^2) \quad (12)$$

$$B_{ww} = (dt_1t_2 - dt_1t_2\gamma + 2b\gamma t_1) / (4b^2 - d^2t_1t_2) \quad (13)$$

$$C_{ww} = 3a_0(4b - 4b\gamma + 3d\gamma) / (16b^2 - 9d^2) \quad (14)$$

$$D_{ww} = (2bt_2 + dt_2t_1\gamma - 2b\gamma t_2) / (4b^2 - d^2t_1t_2) \quad (15)$$

所以无纵向约束的分散化结构下制造商和零售商的预期收益分别为

$$E(M_{1ww}) = 2a_0^2b(4b\gamma + 3d - 3d\gamma)^2 / (16b^2 - 9d^2)^2 \quad (16)$$

$$E(R_{1ww}) = \frac{bt_1v_0(dt_2 - d\gamma t_2 + 2b\gamma)^2}{(4b^2 - d^2t_1t_2)^2} + \frac{ba_0^2(4b\gamma + 3d - 3d\gamma)^2}{(4b - 3d)^2(4b + 3d)^2} \quad (17)$$

$$E(M_{2ww}) = 2a_0^2b(4b\gamma - 4b - 3d\gamma)^2 / (16b^2 - 9d^2)^2 \quad (18)$$

$$E(R_{2ww}) = \frac{bt_2v_0(2b\gamma - 2b - d\gamma t_1)^2}{(4b^2 - d^2t_1t_2)^2} + \frac{ba_0^2(4b\gamma - 4b - 3d\gamma)^2}{(4b - 3d)^2(4b + 3d)^2} \quad (19)$$

由式(16)至式(19)可知,零售商完全承担了需求波动风险,其预期收益随需求波动风险的增加而获得补偿.而制造商执行订单生产模式,其预期收益不受需求波动风险的影响.

2.2 rr 情形

因两条竞争性供应链的制造商均控制终端零售价格,即制造商提供固定加价合同,所以只需从制造商角度进行决策,制造商 i 的预期收益为

$$\max_{p_i} M_i = \max_{p_i} \{ w_i E(q/f_i) \} = \max_{p_i} \{ (1 - \kappa) p_i E(q/f_i) \} \quad (20)$$

令 $p_1 = A + B(f_1 - a_0) \quad (21)$

$p_2 = C + D(f_2 - a_0) \quad (22)$

根据纵向 Stackelberg 博弈规则,得到零售价格竞争均衡的确定和随机部分的系数分别为

$A_{rr} = a_0(2b\gamma + d - d\gamma) / (4b^2 - d^2) \quad (23)$

$B_{rr} = t_1(2b\gamma + dt_2 - dt_2\gamma) / (4b^2 - d^2 t_1 t_2) \quad (24)$

$C_{rr} = a_0(2b - 2b\gamma + d\gamma) / (4b^2 - d^2) \quad (25)$

$D_{rr} = t_2(2b - 2b\gamma + dt_1\gamma) / (4b^2 - d^2 t_1 t_2) \quad (26)$

则两条竞争性供应链的制造商和零售商的预期收益分别为

$$E(M_{1rr}) = \frac{bt_1 v_0 (1 - \kappa) (2b\gamma + dt_2 - dt_2\gamma)^2}{(4b^2 - d^2 t_1 t_2)^2} + \frac{ba_0^2 (1 - \kappa) (2b\gamma + d - d\gamma)^2}{(2b - d)^2 (2b + d)^2} \quad (27)$$

$$E(R_{1rr}) = \frac{\kappa bt_1 v_0 (2b\gamma + dt_2 - dt_2\gamma)^2}{(4b^2 - d^2 t_1 t_2)^2} + \frac{\kappa ba_0^2 (2b\gamma + d - d\gamma)^2}{(2b - d)^2 (2b + d)^2} \quad (28)$$

$$E(M_{2rr}) = \frac{bt_2 v_0 (1 - \kappa) (2b\gamma - 2b - dt_1\gamma)^2}{(4b^2 - d^2 t_1 t_2)^2} + \frac{ba_0^2 (1 - \kappa) (2b\gamma - 2b - d\gamma)^2}{(2b - d)^2 (2b + d)^2} \quad (29)$$

$$E(R_{2rr}) = \frac{\kappa bt_2 v_0 (2b\gamma - 2b - dt_1\gamma)^2}{(4b^2 - d^2 t_1 t_2)^2} + \frac{\kappa ba_0^2 (2b\gamma - 2b - d\gamma)^2}{(2b - d)^2 (2b + d)^2} \quad (30)$$

由式(27)至式(30)可看出,采用固定加价合同时制造商和零售商均承担了需求波动风险,且其预期收益随着需求波动风险 v_0 的增加而获

得补偿;若固定加价比例越高,则制造商收益越少,零售商收益越高;与式(17)和式(19)分别比较可知,采用固定加价合同可降低零售商承担的风险比例.

2.3 rw 情形

假定第一条供应链存在纵向约束,即制造商提供固定加价合同,而竞争对手供应链的制造商提供批发价格合同.则第一条供应链中制造商的预期收益为

$$\max_{p_1} M_1 = \max_{p_1} \{ w_1 E(q/f_1) \} = \max_{p_1} \{ (1 - \kappa) p_1 E(q_1/f_1) \} \quad (31)$$

第二条供应链中零售商和制造商的预期收益分别为

$\max_{p_2} R_2 = \max_{p_2} \{ (p_2 - w_2) E(q_2/f_2) \} \quad (32)$

$\max_{w_2} M_2 = \max_{w_2} \{ w_2 E(q_2) \} \quad (33)$

令

$p_1 = A + B(f_1 - a_0) \quad (34)$

$p_2 = C + D(f_2 - a_0) \quad (35)$

基于纵向 Stackelberg 动态博弈规则,得到价格竞争均衡的确定和随机部分的系数分别为

$A_{rw} = a_0(4b\gamma + 3d - 3d\gamma) / (8b^2 - 3d^2) \quad (36)$

$B_{rw} = t_1(2b\gamma + dt_2 - dt_2\gamma) / (4b^2 - d^2 t_1 t_2) \quad (37)$

$C_{rw} = 3a_0(2b - 2b\gamma + d\gamma) / (8b^2 - 3d^2) \quad (38)$

$D_{rw} = t_2(2b - 2b\gamma + dt_1\gamma) / (4b^2 - d^2 t_1 t_2) \quad (39)$

则两条竞争性供应链的制造商和零售商的预期收益分别为

$$E(M_{1rw}) = \frac{v_0 bt_1 (1 - \kappa) (2b\gamma + dt_2 - dt_2\gamma)^2}{(4b^2 - d^2 t_1 t_2)^2} + \frac{ba_0^2 (1 - \kappa) (4b\gamma + 3d - 3d\gamma)^2}{(8b^2 - 3d^2)^2} \quad (40)$$

$$E(R_{1rw}) = \frac{v_0 \kappa bt_1 (dt_2 - d\gamma t_2 + 2b\gamma)^2}{(4b^2 - d^2 t_1 t_2)^2} + \frac{ba_0^2 \kappa (4b\gamma + 3d - 3d\gamma)^2}{(8b^2 - 3d^2)^2} \quad (41)$$

$$E(M_{2rw}) = 2a_0^2 b (2b\gamma - 2b - d\gamma)^2 / (8b^2 - 3d^2)^2 \quad (42)$$

$$E(R_{2wr}) = \frac{v_0 b t_2 (2b\gamma - 2b - d\gamma t_1)^2}{(4b^2 - d^2 t_1 t_2)^2} + \frac{\kappa b a_0^2 (4b - 4b\gamma + 3d\gamma)^2}{(8b^2 - 3d^2)^2} \quad (56)$$

$$\frac{b a_0^2 (2b\gamma - 2b - d\gamma)^2}{(8b^2 - 3d^2)^2} \quad (43)$$

2.4 wr 情形

假定第一条供应链不存在纵向价格约束, 制造商提供批发价格合同; 第二条供应链的制造商控制终端零售价格并提供固定加价合同, 则第一条供应链中零售商和制造商的预期收益、第二条供应链中制造商的预期收益分别为

$$\max_{p_1} R_1 = \max_{p_1} \{ (p_1 - w_1) E(q_1/f_1) \} \quad (44)$$

$$\max_{w_1} M_1 = \max_{w_1} \{ w_1 E(q_1) \} \quad (45)$$

$$\max_{p_2} M_2 = \max_{p_2} \{ w_2 E(q/f_2) \} = \max_{p_2} \{ (1 - \kappa) p_2 E(q_2/f_2) \} \quad (46)$$

令

$$p_1 = A + B(f_1 - a_0) \quad (47)$$

$$p_2 = C + D(f_2 - a_0) \quad (48)$$

根据纵向博弈规则, 可得零售价格竞争均衡的确定部分和随机部分的系数分别为

$$A_{wr} = 3a_0(2b\gamma + d - d\gamma) / (8b^2 - 3d^2) \quad (49)$$

$$B_{wr} = t_1(2b\gamma + dt_2 - dt_2\gamma) / (4b^2 - d^2 t_1 t_2) \quad (50)$$

$$C_{wr} = a_0(4b - 4b\gamma + 3d\gamma) / (8b^2 - 3d^2) \quad (51)$$

$$D_{wr} = t_2(2b - 2b\gamma + dt_1\gamma) / (4b^2 - d^2 t_1 t_2) \quad (52)$$

则两条竞争性供应链的制造商和零售商的预期收益分别为

$$E(M_{1wr}) = 2a_0^2 b (2b\gamma + d - d\gamma)^2 / (8b^2 - 3d^2)^2 \quad (53)$$

$$E(R_{1wr}) = \frac{v_0 b t_1 (2b\gamma + dt_2 - d\gamma t_2)^2}{(4b^2 - d^2 t_1 t_2)^2} + \frac{b a_0^2 (2b\gamma + d - d\gamma)^2}{(8b^2 - 3d^2)^2} \quad (54)$$

$$E(M_{2wr}) = \frac{v_0(1 - \kappa) b t_2 (2b - 2b\gamma + dt_1\gamma)^2}{(4b^2 - d^2 t_1 t_2)^2} + \frac{b a_0^2 (1 - \kappa) (4b - 4b\gamma + 3d\gamma)^2}{(8b^2 - 3d^2)^2} \quad (55)$$

$$E(R_{2wr}) = \frac{v_0 \kappa b t_2 (2b - 2b\gamma + d\gamma t_1)^2}{(4b^2 - d^2 t_1 t_2)^2} +$$

3 基于制造商和零售商均实现 Pareto 绩效改进的固定加价合同选择

3.1 两条竞争性供应链均采用固定加价合同或批发价格合同的纵向合同选择

记 $E(M_{1rr}) = E(M_{1wr})$ 和 $E(R_{1rr}) = E(R_{1wr})$ 关于市场波动风险 v_0 的边界分别为 v_{01} 和 v_{02} , 则 $E(M_{1rr}) - E(M_{1wr}) = (v_0 - v_{01})(1 - \kappa) b t_1 \times (2b\gamma + dt_2 - dt_2\gamma)^2 / (4b^2 - d^2 t_1 t_2)^2$, $E(R_{1rr}) - E(R_{1wr}) = -(v_0 - v_{02})(1 - \kappa) b t_1 (2b\gamma + dt_2 - dt_2\gamma)^2 / (4b^2 - d^2 t_1 t_2)^2$. v_{01} 和 v_{02} 均为零售的固定加价比例边界为 κ_1 和 κ_2 ; $\kappa_1 = 0$ 的市场份额边界为 γ_1 和 γ_2 ; $\kappa_2 = 1$ 的市场份额边界为 γ_3 和 γ_4 ; $v_{02} = v_{01}$ 的市场份额边界为 γ_5 和 γ_6 , 且

$$\gamma_1 = \frac{(3.314b^2 + 22.970d^2)d}{(2b - d)(4b + 5.414d)(4b - 3d)},$$

$$\gamma_2 = \frac{-(19.314b^2 - 7.757d^2)d}{(2b - d)(4b + 2.586d)(4b - 3d)},$$

$$\gamma_3 = \frac{3d(d - 0.8165b)(d + 0.8165b)}{(b + d)(4b - 3d)(2b - d)},$$

$$\gamma_4 = \frac{-2d(7b^2 - 3d^2)}{(2b + 3d)(4b - 3d)(2b - d)},$$

$$\gamma_5 = \frac{(1 + 2\sqrt{3})(44b^2 + 9d^2 + 15\sqrt{3}d^2)d}{11(2b - d)(4b - 3d)(2b + 3d + \sqrt{3}d)},$$

$$\gamma_6 = \frac{-(2\sqrt{3} - 1)(44b^2 + 9d^2 - 15\sqrt{3}d^2)d}{11(2b - d)(4b - 3d)(2b + 3d - \sqrt{3}d)},$$

$$\kappa_1 = (7d^2 + 16bd + 8b^2)(2b - d)^2(\gamma - \gamma_1)(\gamma - \gamma_2) / [(4b + 3d)^2(2b\gamma + d - d\gamma)^2],$$

$$\kappa_2 = (2b + d)^2(2b - d)^2(4b\gamma + 3d - 3d\gamma)^2 / [(4b + 3d)^2(4b - 3d)^2(2b\gamma + d - d\gamma)^2],$$

$$\kappa_2 - 1 = -4(\gamma - \gamma_3)(\gamma - \gamma_4)(b + d)(2b + 3d)(2b - d)^2 / [(4b + 3d)^2(2b\gamma + d - d\gamma)^2],$$

$$v_{01} = a_0^2(\kappa - \kappa_1)(2b\gamma + d - d\gamma)^2(4b^2 - d^2 t_1 t_2)^2 / [t_1(2b + d)^2(2b - d)^2(2b\gamma + dt_2 - dt_2\gamma)^2(1 - \kappa)],$$

$$v_{02} = a_0^2(\kappa - \kappa_2)(2b\gamma + d - d\gamma)^2(4b^2 - d^2 t_1 t_2)^2 / [(2b + d)^2(2b - d)^2 t_1(2b\gamma + dt_2 - dt_2\gamma)^2(1 - \kappa)],$$

$$v_{02} - v_{01} =$$

$$\frac{2a_0^2(4b^2 - d^2 t_1 t_2)^2(3d^2 + 6bd + 2b^2)(\gamma - \gamma_5)(\gamma - \gamma_6)}{(4b + 3d)^2(2bd)^2 t_1(2b\gamma + dt_2 - dt_2\gamma)^2(1 - \kappa)}.$$

于是可得如下引理和命题:

引理 1 (1) 当 $\max(\kappa_1, \rho) < \kappa < 1$ 时 $\rho_{01} > 0$; (2) 当 $\max(\gamma_3, \rho) < \gamma < 1$ $\rho < \kappa_2 < \kappa < 1$ 时, $v_{02} > 0$; (3) 当 $0 < d < 0.6223b$ $\gamma_5 < \gamma < 1$ 时, $v_{02} > v_{01}$ $\kappa_1 > \kappa_2$; (4) $\gamma_5 > \gamma_1 > \gamma_3$.

命题 1 当 $0 < d < 0.6223b$ $\rho < \gamma_5 < \gamma < 1$ $\rho < \kappa_2 < \kappa < \kappa_1 < 1$ $\rho < v_0 < v_{02}$ 时, 或者当 $0 < d < 0.6223b$ $\rho < \gamma_5 < \gamma < 1$ $\rho < \kappa_1 < \kappa < 1$ $\rho < v_{01} < v_0 < v_{02}$ 时, $E(M_{1rr}) > E(M_{1ww})$, $E(R_{1rr}) > E(R_{1ww})$.

命题 1 表明若两条供应链之间的横向价格竞争效应相对较弱, 其强度小于 $0.6223b$, 产品的市场份额又较大(超过 γ_5), 行业的固定加价比例相对适中(在 (κ_2, κ_1) 内)且市场需求波动风险不是很高(小于 v_{02}), 或者即使固定加价的较大(大于 κ_1), 但市场需求波动的风险相对适中(在 (v_{01}, v_{02}) 内), 则采用固定加价合同不仅可使制造商控制终端零售价格, 还能降低零售商承担风险的比例(因为此时制造商与零售商共担需求波动风险), 并实现制造商和零售商双方绩效 Pareto 改进的双赢.

3.2 竞争对手供应链采用批发价格合同时的纵向合同选择

记 $E(M_{1rr}) = E(M_{1ww})$ 和 $E(R_{1rr}) = E(R_{1ww})$ 关于市场波动风险 v_0 的边界分别为 v_{03} 和 v_{04} , 则 $E(M_{1rr}) - E(M_{1ww}) = (v_0 - v_{03})(1 - \kappa)bt_1(2b\gamma + dt_2 - dt_2\gamma)^2 / (4b^2 - d^2t_1t_2)^2$, $E(R_{1rr}) - E(R_{1ww}) = -(v_0 - v_{04})(1 - \kappa)bt_1(2b\gamma + dt_2 - dt_2\gamma)^2 / (4b^2 - d^2t_1t_2)^2$; 记 v_{03} 和 v_{04} 均为零的固定加价比例边界分别为 κ_3 和 κ_4 , 其中

$$\begin{aligned} \kappa_3 &= (128b^4 + 63d^4 - 192b^2d^2) / \\ & \quad [(4b + 3d)^2(4b - 3d)^2], \\ \kappa_4 &= (8b^2 - 3d^2)^2 / [(4b + 3d)^2(4b - 3d)^2], \end{aligned}$$

且 $0 < \kappa_4 < 1$,

$$\begin{aligned} v_{03} &= a_0^2(\kappa - \kappa_3)(4b\gamma + 3d - 3d\gamma)^2(4b^2 - \\ & \quad d^2t_1t_2) / [t_1(8b^2 - 3d^2)^2(2b\gamma + dt_2 - dt_2\gamma)^2(1 - \kappa)], \\ v_{04} &= a_0^2(\kappa - \kappa_4)(4b\gamma + 3d - 3d\gamma)^2(4b^2 - \\ & \quad d^2t_1t_2)^2 / [(8b^2 - 3d^2)^2t_1(2b\gamma + dt_2 - dt_2\gamma)^2(1 - \kappa)]. \end{aligned}$$

引理 2 (1) 当 $\kappa > \max(\kappa_3, \rho)$ 时 $\rho_{03} > 0$; (2) 当 $1 > \kappa > \kappa_4 > 0$ 时 $\rho_{04} > 0$; (3) 当 $0 < d < 0.7507b$ 时 $\rho_{04} > v_{03}$ $\kappa_3 > \kappa_4$.

命题 2 当 $0 < d < 0.7507b$ $\rho < \kappa_4 < \kappa < \kappa_3 < 1$ $\rho < v_0 < v_{04}$; 或者当 $0 < d < 0.7507b$, $0 < \kappa_3 < \kappa < 1$ $\rho < v_{03} < v_0 < v_{04}$ 时 $E(M_{1rr}) > E(M_{1ww})$, $E(R_{1rr}) > E(R_{1ww})$.

命题 2 表明若竞争对手制造商提供无约束的批发价格合同, 则当横向价格竞争效应相对较弱(强度小于 $0.7507b$), 固定加价的相对适中(在 (κ_4, κ_3) 内)且零售终端的市场需求波动风险不是很高(小于 v_{04}), 或者即使固定加价比例相对较大(大于 κ_3), 但市场需求波动风险相对适中(在 (v_{03}, v_{04}) 内), 则本供应链中的制造商有动力提供纵向约束的固定加价合同来控制终端零售价格, 并使制造商和零售商双方的绩效均实现 Pareto 改进.

3.3 竞争对手供应链采用固定加价合同时的纵向合同选择

记 $E(M_{1rr}) = E(M_{1ww})$ 和 $E(R_{1rr}) = E(R_{1ww})$ 关于市场波动风险 v_0 的边界分别为 v_{05} 和 v_{06} ; v_{05} 和 v_{06} 均为零的固定加价比例边界为 κ_5 和 κ_6 . 其中

$$\begin{aligned} v_{05} &= a_0^2(\kappa - \kappa_5)(2b\gamma + d - d\gamma)^2(4b^2 - d^2t_1t_2)^2 / \\ & \quad [t_1(2b + d)^2(2b - d)^2(2b\gamma + dt_2 - dt_2\gamma)^2 \times \\ & \quad (1 - \kappa)], \\ v_{06} &= a_0^2(\kappa - \kappa_6)(2b\gamma + d - d\gamma)^2(4b^2 - d^2t_1t_2)^2 / \\ & \quad [(2b + d)^2(2b - d)^2t_1(2b\gamma + dt_2 - dt_2\gamma)^2 \times \\ & \quad (1 - \kappa)], \\ \kappa_5 &= (32b^4 + 7d^4 - 32b^2d^2) / (8b^2 - 3d^2)^2, \\ \kappa_6 &= (16b^4 + d^4 - 8b^4d^2) / (8b^2 - 3d^2)^2, \\ E(M_{1rr}) - E(M_{1ww}) &= (v_0 - v_{05})(1 - \kappa) \times \\ & \quad bt_1(2b\gamma + dt_2 - dt_2\gamma)^2 / \\ & \quad (4b^2 - d^2t_1t_2)^2, \\ E(R_{1rr}) - E(R_{1ww}) &= -(v_0 - v_{06})(1 - \kappa) \times \\ & \quad bt_1(2b\gamma + dt_2 - dt_2\gamma)^2 / \\ & \quad (4b^2 - d^2t_1t_2)^2. \end{aligned}$$

引理 3 (1) 当 $0 < \kappa_5 < \kappa < 1$ 时 $\rho_{05} > 0$; (2) 当 $0 < \kappa_6 < \kappa < 1$ 时 $\rho_{06} > 0$; (3) 当 $0 < d < 0.9194b$ 时 $\rho_{06} > v_{05}$ $\kappa_5 > \kappa_6$.

命题 3 当 $0 < d < 0.9194b$ $\rho < \kappa_6 < \kappa < \kappa_5 < 1$ $\rho < v_0 < v_{06}$; 或者当 $0 < d < 0.9194b$, $0 < \kappa_5 < \kappa < 1$ $\rho < v_{05} < v_0 < v_{06}$ 时 $E(M_{1rr}) > E(M_{1ww})$, $E(R_{1rr}) > E(R_{1ww})$.

命题 3 表明若竞争对手供应链的制造商采用纵向约束的固定加价合同,则当横向价格竞争不是非常激烈(其强度小于 $0.9194b$),行业固定加价比例相对适中(在 (κ_6, κ_5) 内)且市场需求波动风险相对不是很高(小于 v_{06}),或者行业固定加价比例相对较大(大于 κ_6)且市场需求波动风险相对适中(在 (v_{05}, ρ_{06}) 内)时,本供应链中的制造商采用控制终端零售价格的固定加价合同不仅可与零售商共担市场需求波动风险,还可使制造商和零售商实现绩效均改进的双赢。

3.4 基于制造商和零售商均实现 Pareto 绩效改进的纵向合同演变过程

引理 4 $v_{04} > v_{02}, \rho_{06} > v_{02}; v_{01} > v_{03}, \rho_{01} > v_{05}$.

证明 市场需求波动风险边界值的大小比较分别为

$$v_{04} - v_{02} = -4a_0^2 \kappa b d [(2b-d)(8b^2-3d^2-bd) \times \gamma + 10b^2d - 3d^3] [2b\gamma - d\gamma - 2b] (4b^2 - d^2 t_1 t_2)^2 / [t_1 (2b+d)^2 (2b-d)^2 (2b\gamma + dt_2 - dt_2\gamma)^2 (1-\kappa)(8b^2-3d^2)^2] > 0,$$

$$v_{06} - v_{02} = -4a_0^2 b d [(4b-3d)(8b^2-3d^2+bd) \times \gamma + 20b^2d - 9d^3] [4b\gamma - 3d\gamma - 4b] (4b^2 - d^2 t_1 t_2)^2 / [t_1 (4b+3d)^2 (4b-3d)^2 (2b\gamma + dt_2 - dt_2\gamma)^2 (1-\kappa)(8b^2-3d^2)^2] > 0,$$

$$v_{01} - v_{03} = -4a_0^2 b d [(2b-d)(8b^2-3d^2-bd) \times \gamma + 10b^2d - 3d^3] [2b\gamma - d\gamma - 2b] (4b^2 - d^2 t_1 t_2)^2 / [t_1 (2b+d)^2 (2b-d)^2 (2b\gamma + dt_2 - dt_2\gamma)^2 (8b^2-3d^2)^2] > 0,$$

$$v_{01} - v_{05} = 8a_0^2 b d [(4b-3d)(8b^2-3d^2+bd) \gamma + 20b^2d - 9d^3] [4b\gamma - 3d\gamma - 4b] (4b^2 - d^2 t_1 t_2)^2 / [t_1 (4b+3d)^2 (4b-3d)^2 (2b\gamma + dt_2 - dt_2\gamma)^2 (\kappa-1) \times (8b^2-3d^2)^2] > 0,$$

所以 $v_{04} > v_{02}, \rho_{06} > v_{02}; v_{01} > v_{03}, \rho_{01} > v_{05}$. 引理 4 得证。

引理 4 表明市场需求波动风险 v_0 的边界值范围 $(v_{01}, \rho_{02}) \subset (v_{03}, \rho_{04}), (v_{01}, \rho_{02}) \subset (v_{05}, \rho_{06}); (0, \rho_{02}) \subset (0, \rho_{04}), (0, \rho_{02}) \subset (0, \rho_{06})$.

命题 4 当 $0 < d < 0.6223b, \rho < \gamma_5 < \gamma < 1, \rho < \kappa_2 < \kappa < \kappa_1 < 1, \rho < v_0 < v_{02}$ 时,或者当 $0 < d < 0.6223b, \rho < \gamma_5 < \gamma < 1, \rho < \kappa_1 < \kappa < 1, \rho < v_{01} < v_0 < v_{02}$ 时,链与链价格竞争的合同选

择演化过程为 $w w \rightarrow w r / r w \rightarrow r r$, 两条链均采用固定加价合同为贝叶斯均衡和占优均衡。

命题 4 表明若两条供应链之间的横向价格竞争相对较弱,零售商的市场份额相对较大,固定加价比例相对适中且零售终端市场需求的波动风险也相对不是很高,或者固定加价比例较高但市场需求波动风险适中,则两条竞争性供应链的合同演化过程由不存在纵向约束的批发价格合同转为制造商控制终端零售价格的固定加价合同,且两条竞争性供应链均采用固定加价合同为实现制造商和零售商绩效均改进的占优贝叶斯均衡。

为直观揭示平均需求规模对固定加价合同选择的影响,令 $b = 1, d = 0.5, \gamma = 0.7, t_1 = t_2 = 0.5, \kappa = 0.6$ 结果如图 1 所示。由图 1 可知市场平均需求规模越大,制造商因提供固定加价合同控制终端零售价格而使得其和零售商可承受的市场需求波动风险越来越高,需求波动风险的均衡范围越来越大,但该范围增长的速度较为缓慢。

为直观揭示市场份额对固定加价合同选择的影响,令 $a_0 = 10, b = 1, d = 0.4, \kappa = 0.6, t_1 = t_2 = 0.5$ 结果如图 2 所示。由图 2 可知当零售商的市场份额小于 0.462,基于纵向约束的固定加价合同失效;而当市场份额大于 0.462 时,供应链可承受的需求风险波动均衡区域范围随市场份额的加大而增大。

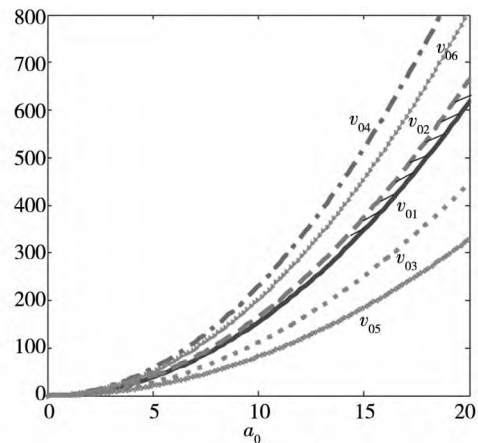


图 1 $b = 1, d = 0.5, \kappa = 0.6, \gamma = 0.7, t_1 = t_2 = 0.5$ 时的风险均衡区域与 a_0 的演化

Fig. 1 Equilibrium evolution of demand risk with a_0 when $b = 1, d = 0.5, \kappa = 0.6, \gamma = 0.7, t_1 = t_2 = 0.5$

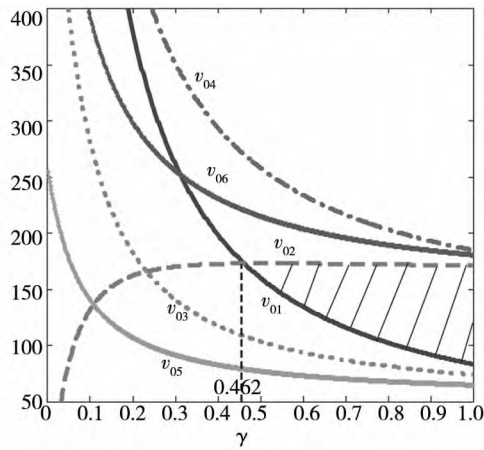


图 2 $a_0 = 10$ $b = 1$ $d = 0.4$ $\kappa = 0.6$ $t_1 = t_2 = 0.5$ 时的风险均衡区域与 γ 的演化

Fig. 2 Equilibrium evolution of demand risk with γ when $a_0 = 10$ $b = 1$ $d = 0.4$ $\kappa = 0.6$ $t_1 = t_2 = 0.5$

为直观揭示价格竞争对固定加价合同选择的影响,令 $a_0 = 10$ $b = 1$ $\kappa = 0.6$ $\gamma = 0.7$ $t_1 = t_2 = 0.5$, 结果如图 3 所示. 由图 3 可知价格竞争强度越强, 则固定加价合同为占优贝叶斯均衡的市场需求风险均衡条件区域越小, 且当价格竞争强度超过 0.52 时, 基于纵向约束的固定加价合同失效. 即横向价格竞争非常激烈时, 采用纵向约束并不是最优的决策; 反而分散化决策最好, McGuire & Staelin^[13] 亦证明了这点.

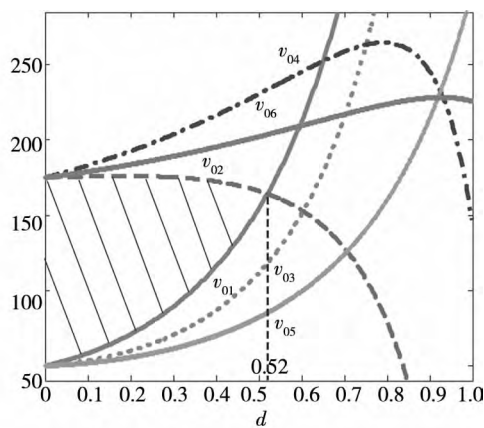


图 3 $a_0 = 10$ $b = 1$ $\gamma = 0.7$ $\kappa = 0.6$ $t_1 = t_2 = 0.5$ 时的风险均衡区域与 d 的演化

Fig. 3 Equilibrium evolution of demand risk with d when $a_0 = 10$ $b = 1$ $\gamma = 0.7$ $\kappa = 0.6$ $t_1 = t_2 = 0.5$

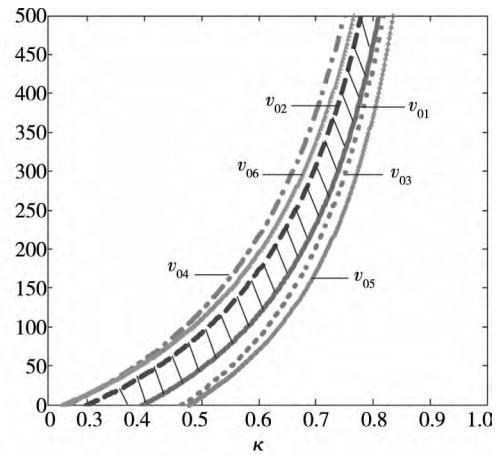


图 4 $a_0 = 10$ $b = 1$ $d = 0.4$ $\gamma = 0.7$ $t_1 = t_2 = 0.5$ 时的风险均衡区域与 κ 的演化

Fig. 4 Equilibrium evolution of demand risk with κ when $a_0 = 10$ $b = 1$ $d = 0.4$ $\gamma = 0.7$ $t_1 = t_2 = 0.5$

为直观揭示加价比例对固定加价合同选择影响,令 $a_0 = 10$ $b = 1$ $d = 0.4$ $\gamma = 0.7$ $t_1 = t_2 = 0.5$, 结果如图 4 所示. 由图 4 可知当加价比例非常小时, 固定加价合同失去意义. 且随着加价比例的逐渐提高, 制造商和零售商可承受的需求波动风险越来越大, 但需求的波动风险均衡条件区域比较稳定.

为直观揭示本供应链中零售商的预测能力对固定加价合同选择影响,令 $a_0 = 10$ $b = 1$ $d = 0.4$ $\kappa = 0.6$ $\gamma = 0.7$ $t_2 = 0.5$, 结果如图 5 所示. 由图 5 可知随着零售商预测能力系数的增强, 制造商和零售商面临的市场需求波动风险逐渐减小, 且固定加价合同为占优贝叶斯均衡的市场风险均衡条件区域逐渐减小.

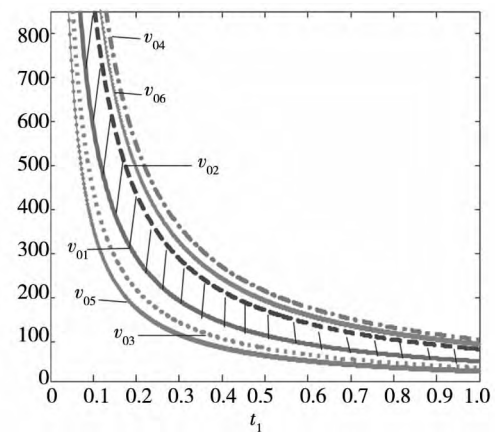


图 5 $a_0 = 10$ $b = 1$ $d = 0.4$ $\kappa = 0.6$ $\gamma = 0.7$ $t_2 = 0.5$ 时的风险均衡区域与 t_1 的演化

Fig. 5 Equilibrium evolution of demand risk with t_1 when $a_0 = 10$ $b = 1$ $d = 0.4$ $\kappa = 0.6$ $\gamma = 0.7$ $t_2 = 0.5$

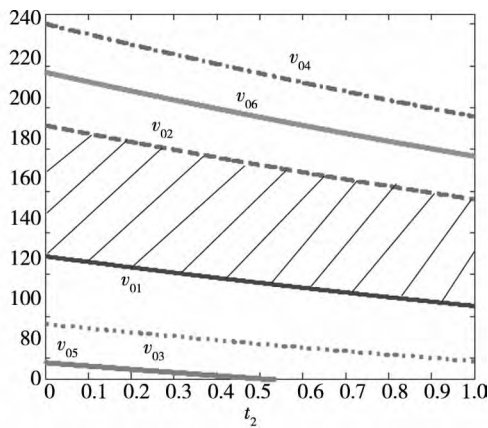


图6 $a_0 = 10$ $b = 1$ $d = 0.4$ $\kappa = 0.6$ $\gamma = 0.7$ $t_1 = 0.5$ 时的风险均衡区域与 t_2 的演化

Fig. 6 Equilibrium evolution of demand risk with t_2 when $a_0 = 10$ $b = 1$ $d = 0.4$ $\kappa = 0.6$ $\gamma = 0.7$ $t_1 = 0.5$

为直观揭示竞争对手零售商的预测能力对本供应链采用固定加价合同的影响,令 $a_0 = 10$ $b = 1$ $d = 0.4$ $\kappa = 0.6$ $\gamma = 0.7$ $t_1 = 0.5$ 结果如图6所示.由图6可知当竞争对手零售商的预测能力逐渐增强时,本供应链采用固定加价合同所面临的市场需求波动风险逐步减小,但减小速度缓慢,且面临的市场需求波动风险均衡条件区域依然比较稳定.

4 基于每个供应链系统实现 Pareto 绩效改进的纵向合同选择

记 $E(T_{rr}) = E(M_{rr}) + E(R_{rr})$ $E(T_{wvw}) = E(M_{wvw}) + E(R_{wvw})$ $E(T_{rvw}) = E(M_{rvw}) + E(R_{rvw})$, $E(T_{wrw}) = E(M_{wrw}) + E(R_{wrw})$; 且 $E(T_{rr}) = E(T_{wvw})$ 的解为 γ_3 和 γ_4 .

命题5 当 $0 < d < 0.6223b$ $\rho < \gamma_5 < \gamma < 1$, 则 $E(T_{rr}) > E(T_{wvw})$; 否则,当 $0 < d < 0.6223b$, $0 < \gamma < \gamma_5$ 或当 $b > d > 0.6223b$ 时 $E(T_{rr}) < E(T_{wvw})$.

命题5表明若两条竞争性供应链均采用相同的纵向合同,则当横向价格相对较弱(强度小于 $0.6223b$),产品的市场份额又相对较大(超过 γ_5)时,采用纵向约束的固定加价合同所带来的供应链系统绩效大于采用批发价格合同时的系统绩效;若此时市场份额小于 γ_5 ,则制造商没有动力控制终端零售价格,批发价格合同反而优于固定加价合同;另外,无论零售商的预测能力多强、市

场份额多大、固定加价比例多大以及需求波动风险如何,只要当横向价格竞争强度超过 $0.6223b$ 时,加剧的价格战使得纵向外部性得以弱化,制造商控制终端零售价格的意愿消失,批发价格合同反而更有利于供应链整个系统.

命题6 当 $0 < d < 0.9194b$ 则 $E(T_{rr}) > E(T_{wrw})$; 否则,反之.

命题6表明若竞争对手供应链采用纵向约束的固定加价合同,则当价格竞争相对不是很剧烈,竞争强度小于 $0.9194b$ 时,本供应链采用的固定加价合同时的供应链系统绩效优于采用批发价格的供应链系统绩效.而当横向价格竞争非常惨烈时,控制终端零售价格的固定加价合同所带来的系统绩效反而劣于简单的批发价格合同,也即分散化系统更有利于应对激烈的价格竞争.该结论丰富了 McGuire 的研究结论.

命题7 当 $0 < d < 0.7507b$ 时 $E(T_{rrw}) > E(T_{wvw})$; 否则,反之.

命题7表明若竞争对手供应链采用简单的批发价格合同,则当两条供应链间的横向价格竞争相对较弱时,本链采用固定加价合同的系统绩效优于采用批发价格的供应链系统绩效.而若横向价格竞争加剧,也即本链所面临的横向外部性加强时,采用批发价格所带来的系统绩效优于固定加价合同时的系统绩效.

由命题5、命题6和命题7容易得到以下结果:

命题8 1) 当 $0 < d < 0.6223b$ $\rho < \gamma_5 < \gamma < 1$ 时,两条竞争性供应链的纵向合同演变过程为 $wv \rightarrow wr/rw \rightarrow rr$, rr 为最终的贝叶斯均衡.

2) 当 $0 < d < 0.6223b$ $\rho < \gamma < \gamma_5 < 1$ 或者当 $0.6223b < d < 0.7507b$ 时,两条竞争性供应链的纵向合同演变过程为: $wv \rightarrow wr/rw \rightarrow rr$, rr 为囚徒困境均衡.

3) 当 $0.7507b < d < 0.9194b$ 时,两条竞争性供应链的纵向合同演变过程为 $wv/rw \rightarrow wv$, $wv/rw \rightarrow rr$, 即 wv 和 rr 均为最终的均衡.

4) 当 $0.9194b < d < 1$ 时,两条竞争性供应链的纵向合同演变过程为: $rr \rightarrow wr/rw \rightarrow wv$, wv 为最终的贝叶斯均衡.

命题8中1)和2)表明当横向价格竞争相对较弱(强度小于 $0.6223b$),零售商面临的市场份额又

较大(大于 γ_s) 时, 两条竞争性供应链的纵向合同选择由批发价格合同演变为固定加价合同, 且固定加价合同为具有占优性质的贝叶斯均衡. 若此时零售商面临的市场份额较小(小于 γ_s) 或者仅当横向价格竞争相对适中(强度在 $(0.6223b, 0.7507b)$ 内) 时, 竞争供应链的纵向合同选择依然由批发价格合同演变为固定加价合同, 但固定加价合同形成的贝叶斯均衡为囚徒困境均衡.

3) 和 4) 表明当横向价格竞争加剧至较为激烈(竞争强度在 $(0.7507b, 0.9194b)$ 内) 时, 固定加价合同和批发价格合同均为最终的均衡. 若横向价格竞争继续加剧至非常激烈(强度大于 $0.9194b$) 时, 两条竞争性供应链的纵向合同选择由固定加价合同演变为批发价格合同, 且该批发价格合同为具有占优性质的贝叶斯均衡.

5 结束语

本文基于需求不确定的链与链价格竞争环境, 以批发价格合同为基准, 研究了固定加价合同改进供应链各成员绩效的条件, 识别了固定加价合同选择的博弈均衡特征, 并进一步分析市场波动风险、市场规模、市场份额、价格竞争、零售商预

测能力及固定加价比例对合同选择行为的影响, 得到: 1) 当横向价格竞争相对较弱, 零售商面临的份额又较大时, 两条竞争性供应链均采用固定加价合同为实现供应链系统绩效改进的占优贝叶斯均衡; 若此时固定加价的相对比例适中且市场需求波动风险不是很高, 或者固定加价的相对比例较大但市场需求波动的风险相对适中, 则固定加价合同能实现制造商和零售商双方绩效均改进的双赢, 并形成占优均衡和贝叶斯均衡.

2) 若价格竞争强度相对适中, 或者相对较弱且零售商的份额相对较小, 则固定加价合同为供应链系统最终的贝叶斯均衡, 但该合同会导致系统绩效的囚徒困境.

3) 若横向价格竞争加剧至较为激烈时, 固定加价合同和批发价格合同均为系统角度的最终均衡. 若价格竞争继续加剧至非常激烈, 则两条竞争性供应链的纵向合同选择由固定加价合同演变为批发价格合同, 且该批发价格合同为具有占优性质的贝叶斯均衡.

本文的研究成果为链与链竞争的理论研究和企业实践提供了参考价值, 但也存在一些不足, 如没有考虑供应链中的成本(生产成本、库存持有成本、销售成本等) 及顾客的效用等对合同选择的影响, 这些均需进一步拓展和完善.

参考文献:

- [1] Lee H L, Padmanabhan V, Taylor T A, et al. Price protection in the personal computer industry [J]. *Management Science*, 2000, 46(4): 467-482.
- [2] Liu Y, Fry M J, Raturi A S. Vertically restrictive pricing in supply chains with price-dependent demand [J]. *Naval Research Logistics*, 2006, 53(6): 485-501.
- [3] Monroe K B. Pricing: Making Profitable Decisions [M]. New York: McGraw-Hill Publisher Company, 1990.
- [4] Kanavos P, Reinhardt U. Reference pricing for drugs: Is it compatible with U. S. health care? [J]. *Health Affairs*, 2003, 22(3): 16-30.
- [5] Barsky R B, Bergen M, Dutta S, et al. What can the price gap between branded and private label products tell us about markups? [M]//Feenstra R C, Shapiro M D. National Bureau of Economic Research: Scanner Data and Price Indexes. Chicago: University of Chicago Press, 2003: 165-228.
- [6] Xiao W. The competitive and welfare effects of new product introduction: The case of crystal pepsi [R]. Johns Hopkins University, 2008.
- [7] Spengler R. Vertical integration and anti-trust policy [J]. *Journal of Political Economy*, 1950, 58(4): 347-352.
- [8] Rey P, Tirole J. The logic of vertical restraints [J]. *American Economic Review*, 1986, 76(5): 921-939.
- [9] Gal-Or E. Exclusionary equilibria in health-care markets [J]. *Journal of Economics and Management Strategy*, 1997, 6(1): 5-43.

- [10] Ma C A. Option contracts and vertical foreclosure [J]. *Journal of Economics and Management Strategy*, 1997, 6(4): 725 – 753.
- [11] Deneckerey R, Marvelz H P, Peckz J. Demand uncertainty, inventories, and resale price maintenance [J]. *The Quarterly Journal of Economics*, 1996, 111(3): 885 – 913.
- [12] Rey P, Stiglitz J. Vertical restraints and producers' competition [J]. *European Economic Review*, 1988, 32(2–3): 561 – 568.
- [13] McGuire T W, Staelin R. An industry equilibrium analysis of downstream vertical integration [J]. *Marketing Science*, 1983, 2(2): 161 – 191.
- [14] Coughlan A T. Competition and cooperation in marketing channel choice: Theory and application [J]. *Marketing Science*, 1985, 4(2): 110 – 129.
- [15] Moorthy K S. Strategic decentralization in channels [J]. *Marketing Science*, 1988, 7(4): 335 – 355.
- [16] Trivedi M. Distribution channels: An extension of exclusive retailership [J]. *Management Science*, 1998, 44(7): 231 – 246.
- [17] 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)
- [18] Boyaci T, Gallego G. Supply chain coordination in a market with customer service competition [J]. *Production and Operations Management*, 2004, 13(1): 2 – 22.
- [19] Wu C Q, Petruzzi N C, Chhajed D. Vertical integration with price-setting competitive newsvendors [J]. *Decision Sciences*, 2007, 38(4): 581 – 610.
- [20] 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)
- [21] 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.
- [22] 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)
- [23] 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)
- [24] 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)
- [25] 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)
- [26] 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.
- [27] 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 Systems Engineer-*

- ing, 2008, 28(6): 727–734. (in Chinese)
- [28] 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.
- [29] Ha A Y, Tong S L. Contracting and information sharing under supply chain competition [J]. *Management Science*, 2008, 54(4): 701–715.
- [30] 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)
- [31] 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.
- [32] 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)
- [33] 赵海霞, 艾兴政, 唐小我. 链与链基于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)
- [34] Raju J S, Roy A. Market information and firm performance [J]. *Management Science*, 2000, 46(8): 1075–1084.

Retailer's fixed markup of chain-to-chain competition under demand uncertainty and vertical restraints

ZHAO Hai-xia¹, AI Xing-zheng², MA Jian-hua², HE Xue-feng²

1. School of Economics and Management, Southwest Petroleum University, Chengdu 610500, China;
2. School of Economics and Management, University of Electronic Science and Technology of China, Chengdu 610054, China

Abstract: Based on chain-to-chain price competition model which was defined by two manufacturers and two exclusive retailers under demand uncertainty and vertical restraints, this paper not only identified the market conditions of performance improvement equilibriums for supply chain's members when the manufacturer adopted the contract of the retailer's fixed markup, but also investigated the impact of demand risk, market size, market share, price competition, demand forecast ability and markup ratio on the performance improvement equilibriums. The results show that: when price competition between the two competing supply chains is weaker relatively and market share is bigger relatively, the retailer's fixed markup will improve the whole supply chain's performance and produce a dominant equilibrium and Bayesian equilibrium for the whole supply chain; what is more, if the markup ratio is relatively modest and the demand risk is not very high, or the markup ratio is bigger relatively and the demand risk is relatively modest at the same time, the retailer's fixed markup will realize a dominant equilibrium and Bayesian equilibrium for both the manufacturer and retailer. However, when price competition is very fierce, the wholesale price contract will produce a dominant equilibrium and Bayesian equilibrium for the whole supply chain.

Key words: demand uncertainty; chain-to-chain competition; vertical restraints; retailer's fixed markup