

零售商资金约束的多渠道供应链定价策略

李 凯¹, 陈卫华^{1,2}

(1. 东北大学 工商管理学院, 辽宁 沈阳 110819; 2. 沈阳华晨宝马汽车有限公司, 辽宁 沈阳 110143)

摘 要: 研究了考虑零售商面临资金约束条件下的多零售商组成的多渠道供应链模型中的定价策略问题. 根据零售商资金状况不同, 利用 Stackelberg 与 Bertrand 博弈理论分析资金充足与不足条件下的供应链上下游关系, 给出了制造商与零售商各自定价决策行为, 分析定价决策行为对供应链各成员绩效的影响. 数值模拟结果表明, 在资金充足条件下, 制造商可以获得最高收益, 而零售商获得较低收益; 在资金不足条件下, 与银行借贷策略相比, 制造商和零售商利用推迟支付策略可以使双方获得更高收益; 在资金约束条件下的多零售商组成的多渠道供应链, 推迟支付策略仍是最优定价决策.

关 键 词: 资金约束; Stackelberg 博弈; Bertrand 博弈; 多零售商; 多渠道; 银行借贷策略; 推迟支付策略

中图分类号: TP 274

文献标志码: A

文章编号: 1005-3026(2015)10-1511-05

Pricing Strategy of Multi-channel Supply Chain with Retailer's Capital Constraint

LI Kai¹, CHEN Wei-hua^{1,2}

(1. School of Business Administration, Northeastern University, Shenyang 110819, China; 2. BMW Brilliance Automotive Co., Ltd., Shenyang 110143, China. Corresponding author: CHEN wei-hua, E-mail: chenwh1973@163.com)

Abstract: A pricing strategy of multi-channels supply chain model was studied with many retailers and capital constraint. According to the difference of retailer's capital condition, the relationship between supply chain upstream and downstream was analyzed by using the Stackelberg and Bertrand game theory. The pricing decision-making strategies of the manufacturer and the retailers were given, and the supply chain member's performances were analyzed under the different pricing decision-making strategies. The results showed that the manufacturer can get the highest profit and the retailer can get a lower profit under sufficient funds condition. Comparing with the loan-payment strategy, the manufacturer and the retailers can both gain more profit by the deferred-payment strategy under insufficient funds condition. The deferred-payment strategy is the best decision-making for the supply chain channel under capital constraint.

Key words: capital constraint; Stackelberg game; Bertrand game; retailers; multi-channels; loan-payment strategy; deferred-payment strategy

电子商务市场的蓬勃发展, 给众多企业带来新的竞争空间. 伴随企业在传统渠道与电子商务渠道上的竞争日益激烈, 许多中小型企业遇到资金约束问题, 甚至是大型企业为了占领市场也出现资金约束问题^[1]. 在制造业, 由于需要投入原始资金较多, 企业面对的资金约束现象尤为突出. 近年来, 许多企业都开始向金融机构进行借贷以改善自身资金状况、提高运营绩效. 对于汽车产业

而言, 这类现象更加明显, 汽车的高进价使零售商出现资金运作困难, 尤其对于像宝马、奔驰等高端汽车的零售商而言, 资金约束问题更加严重. 资金约束问题逐渐成为汽车零售商进一步拓展市场的瓶颈^[2], 同时这一问题也引起宝马、奔驰等上游制造商的高度关注. 近些年, 许多研究者为解决这一问题, 针对资金约束对供应链的影响进行深入研究. 研究表明企业的融资决策对企业运营效益

收稿日期: 2014-11-19

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(71172150, 71472032).

作者简介: 李 凯(1957-), 男, 辽宁沈阳人, 东北大学教授, 博士生导师.

会产生重大影响^[3-4].

对供应链资金约束问题的研究,学者们做出了极大的努力并获得相应的研究成果. Srinivasa-Raghavan 等^[5]研究制造商和零售商双方都存在资金约束的供应链决策问题. Lee 等^[6]从供应商角度阐明贸易信贷,研究滞销补贴和贸易信贷对供应链协调决策的影响. Lai 等^[7]研究不同销售模式下,制造商面对资金约束零售商的运作绩效问题.

上述研究有效地解决了零售商资金约束下的供应链决策问题,但所考虑的销售渠道都是由一个制造商和一个零售商构成的双渠道模型,而且没有考虑现实供应链系统中普遍存在的多零售商情形,使得以往研究资金约束供应链渠道模型不符合现实状况. 基于此,本文在考虑零售商资金约束的同时,建立由一个制造商和多个零售商组成的多渠道供应链模型,使研究模型更符合现实情况. 在此模型下,研究零售商资金约束下制造商与零售商的最优定价策略.

1 问题描述

假设由一个制造商和两个零售商构成的三渠道供应链模型:制造商直销渠道、两个零售商传统销售渠道. 供应链结构模型如图 1 所示.

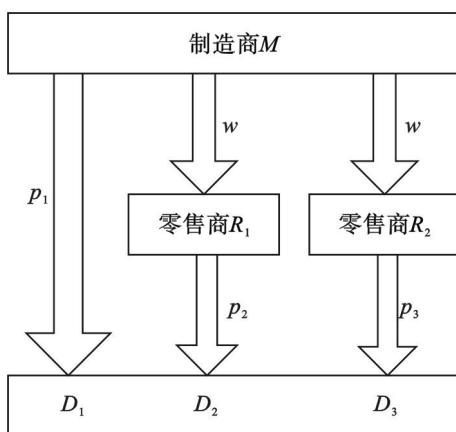


图 1 供应链结构模型

Fig. 1 Model of supply chain structure

其中: M 代表制造商; R_1 和 R_2 代表两个零售商; w 为制造商批发价格; p_1 为制造商直销渠道价格; p_2 和 p_3 分别为零售商 R_1 和零售商 R_2 的零售渠道价格.

零售商面临资金约束问题,但由于零售商自身实力不同,决定其在供应链中地位不同,使得零售商之间存在筹资方式的差异. 根据文献[3],零售商解决资金不足状况主要有三种方式:①仅用

自身所有资金交易;②银行借贷支付;③申请制造商推迟支付方式,即零售商向制造商借贷,制造商会根据零售商的地位状况决定是否给予推迟支付. 基于此,本文比较分析三种零售商筹集资金模式下的供应链企业获益状况,利用 Stackelberg 纵向博弈与 Bertrand 横向博弈理论对制造商和零售商的决策行为进行分析.

2 模型构建与分析

根据 Stackelberg 和 Bertrand 博弈理论,制造商 M 和两个零售商 R_1 和 R_2 之间是 Stackelberg 纵向博弈(制造商作为供应链的领导者),对于两个零售商 R_1 和 R_2 之间采用 Bertrand 横向价格博弈. 根据文献[7],批发价格可以通过公司之间签订长期合同确定,不会经常变动,但零售商销售价格与制造商直销价格却是经常变动的. 因此假设批发价格是不变参数,而零售商销售价格与制造商直销价格是决策变量. 本文针对三种零售商筹集资金方式,建立不同方式下的供应链决策模型,通过模型求解、比较与分析,给出零售商与制造商的最优定价决策,分析不同定价策略对制造商和零售商利润的影响.

假设三个渠道的需求函数分别为

$$D_1 = t_1 a - b_1 p_1 + b_2 (p_2 + p_3),$$

$$D_2 = t_2 a - b_1 p_2 + b_2 (p_1 + p_3),$$

$$D_3 = (1 - t_1 - t_2) a - b_1 p_3 + b_2 (p_1 + p_2).$$

其中: D_1, D_2 和 D_3 分别代表制造商直销渠道和两个零售商渠道的需求量; a 为整个市场总的潜在需求量; t_1 为顾客对制造商直销渠道的偏好; t_2 为顾客对零售商 R_1 渠道的偏好,则零售商 R_2 的渠道偏好可以表示为 $(1 - t_1 - t_2)$; b_1 为自价格系数; b_2 为交叉价格系数. 由文献[7]知, b_1 显然要远大于 b_2 ,同时假设 $b_1 > 2b_2$.

2.1 不考虑资金约束条件下的供应链定价模型

假设供应商 M 与零售商 R_1, R_2 的利润函数为

$$\pi_{Ma} = (p_1 - c) D_1 + (w - c) (D_2 + D_3),$$

$$\pi_{R1a} = (p_2 - w) D_2,$$

$$\pi_{R2a} = (p_3 - w) D_3.$$

其中: c 表示制造商的制造成本; π_M 为制造商利润; π_{R1}, π_{R2} 分别为零售商 R_1, R_2 利润. 假设资金的无风险利率为 0.

首先对多渠道供应链模型中两个零售商 R_1 和 R_2 之间的 Bertrand 横向的价格博弈进行求解与分析:

$$\frac{\partial \pi_{R_1a}}{\partial p_{2a}} = b_2(p_{1a} + p_{3a}) - 2b_1p_{2a} + at_2 + b_1w, \quad (1)$$

$$\frac{\partial^2 \pi_{R_1a}}{\partial p_{2a}^2} = -2b_1 < 0, \quad (2)$$

$$\frac{\partial \pi_{R_2a}}{\partial p_{3a}} = b_2(p_{1a} + p_{2a}) - a(t_1 + t_2 - 1) - 2b_1p_{3a} + b_1w, \quad (3)$$

$$\frac{\partial^2 \pi_{R_2a}}{\partial p_{3a}^2} = -2b_1 < 0. \quad (4)$$

由式(2)和式(4)可知,二阶导数小于零,函数存在极大值. 因此得

$$p_{2a}^* = \frac{a + 4b_1p_{1a} - at_1 + 2b_1w}{2(2b_1 - b_2)} - p_{1a} + \frac{a(t_1 + 2t_2 - 1)}{2(2b_1 + b_2)}, \quad (5)$$

$$p_{3a}^* = \frac{a + 4b_1p_{1a} - at_1 + 2b_1w}{2(2b_1 - b_2)} - p_{1a} - \frac{a(t_1 + 2t_2 - 1)}{2(2b_1 + b_2)}. \quad (6)$$

将式(5)和式(6)分别代入制造商利润函数得

$$\begin{aligned} \pi_{Ma} = & ac - ap_{1a} - 5b_1p_{1a}^2 - 2b_2p_{1a}^2 - 2b_1w^2 + \\ & 7b_1cp_{1a} + 2b_2cp_{1a} - 2act_1 + 4b_1cw + 2ap_{1a}t_1 + \\ & b_1(2p_{1a} - 3c + w)(a + 4b_1p_{1a} - at_1 + 2b_1w) - \\ & \frac{4b_1p_{1a}w}{2b_1 - b_2}. \end{aligned} \quad (7)$$

对式(7)求二阶导数:

$$\frac{\partial^2 \pi_{Ma}}{\partial p_{1a}^2} = \frac{-4b_1^2 + 2b_1b_2 + 4b_2^2}{2b_1 - b_2} < 0. \quad (8)$$

由式(8)知,式(7)是关于 p_{1a} 的凹函数. 通过逆向归纳法可得制造商利润最大化下的渠道定价决策:

$$\begin{aligned} p_{1a} = & \frac{c}{2} - \frac{b_2(a - 2b_1c - 2at_1 + 4b_1w) + 2ab_1t_1}{-4b_1^2 + 2b_1b_2 + 4b_2^2}, \\ p_{2a} = & -\frac{c}{2} - \\ & \frac{4b_1^4c - b_2^2(7b_1^2c + b_1^2w + 3ab_1t_2) + 4b_1^4w}{(2b_1 + b_2)(2b_1 - b_2)(-2b_1^2 + b_1b_2 + 2b_2^2)} + \\ & \frac{-b_2^3(3a + 6b_1c - 2at_1 - 4at_2) + 8ab_1^3t_2}{2(2b_1 + b_2)(2b_1 - b_2)(-2b_1^2 + b_1b_2 + 2b_2^2)} + \\ & \frac{2b_2(2ab_1^2 - 4ab_1^2t_2)}{2(2b_1 + b_2)(2b_1 - b_2)(-2b_1^2 + b_1b_2 + 2b_2^2)}, \\ p_{3a} = & \frac{w}{2} + \frac{a + 3b_2c - at_1}{4(2b_1 - b_2)} - \frac{ab_1 - 2b_2^2c + 4b_2^2w}{4(-2b_1^2 + b_1b_2 + 2b_2^2)} - \\ & \frac{2ab_2t_1 + 2b_1b_2w - b_1b_2c - ab_1t_1}{4(-2b_1^2 + b_1b_2 + 2b_2^2)} - \frac{a(t_1 + 2t_2 - 1)}{2(2b_1 + b_2)}. \end{aligned}$$

2.2 考虑资金约束下没有推迟支付的供应链定价模型

假设零售商 R_1 的自有资金为 B_1 , 零售商 R_2

的自有资金为 B_2 , 且满足 $B_1 < wD_2$ 和 $B_2 < wD_3$. 制造商 M 不对零售商提供推迟支付, 零售商 R_1 和零售商 R_2 只能通过银行贷款, 银行贷款利率为 r .

供应商 M 与零售商 R_1, R_2 的利润函数为

$$\pi_{Mb} = (p_1 - c)D_1 + (w - c)(D_2 + D_3),$$

$$\pi_{R_1b} = (p_2 - w)D_2 - (wD_2 - B_1)r,$$

$$\pi_{R_2b} = (p_3 - w)D_3 - (wD_3 - B_2)r.$$

同 2.1 求解过程, 可得

$$p_{1b} = \frac{c}{2} - \frac{b_2(a - 2b_1c - 2at_1 + 4b_1w + 2b_1rw)}{-4b_1^2 + 2b_1b_2 + 4b_2^2} + \frac{2ab_1t_1}{-4b_1^2 + 2b_1b_2 + 4b_2^2}, \quad (9)$$

$$\begin{aligned} p_{2b} = & \frac{a + 6b_1c - at_1 + 2b_1rw}{4(2b_1 - b_2)} - \frac{c}{2} - \\ & \frac{ab_1 - 2b_1^2c + 4b_1^2w + 2b_1^2rw - ab_1t_1 + 2ab_2t_1}{4(-2b_1^2 + b_1b_2 + 2b_2^2)} + \\ & \frac{a(t_1 + 2t_2 - 1)}{2(2b_1 + b_2)}, \end{aligned} \quad (10)$$

$$\begin{aligned} p_{3b} = & \frac{a + 6b_1c - at_1 + 2b_1rw}{4(2b_1 - b_2)} - \frac{c}{2} - \frac{a(t_1 + 2t_2 - 1)}{2(2b_1 + b_2)} - \\ & \frac{ab_1 - 2b_1^2c + 4b_1^2w + 2b_1^2rw - ab_1t_1 + 2ab_2t_1}{4(-2b_1^2 + b_1b_2 + 2b_2^2)}. \end{aligned} \quad (11)$$

2.3 考虑资金约束条件下带有推迟支付的供应链定价模型

零售商推迟支付是指在零售商订货阶段, 出现资金不足状况, 零售商为了获得更多的利润, 需要先用自有资金支付部分订货款, 然后不足部分由制造商以一定利率向零售商放贷来获得, 从而解决零售商资金不足问题. 假设零售商 R_1 的自有资金为 B_1 , 零售商 R_2 的自有资金为 B_2 , 且满足 $B_1 < wD_2$ 和 $B_2 < wD_3$. 制造商给零售商 R_1 提供推迟支付策略, 不给零售商 R_2 提供; 零售商 R_2 只有通过银行贷款. 推迟支付利率为 δ , 银行贷款利率为 r , 且制造商在提供推迟支付时采用的支付利率 δ 小于等于银行贷款利率 r .

供应商 M 与零售商 R_1 和零售商 R_2 的利润函数为

$$\pi_{Mc} = (p_1 - c)D_1 + (w - c)(D_2 + D_3) + (wD_2 - B_1)\delta,$$

$$\pi_{R_1c} = (p_2 - w)D_2 - (wD_2 - B_1)\delta,$$

$$\pi_{R_2c} = (p_3 - w)D_3 - (wD_3 - B_2)r.$$

同 2.1 求解过程, 可得

$$\begin{aligned} p_{1c} = & -\frac{b_2(a - 2b_1c - 2at_1 + 4b_1w + 2b_1\delta w)}{-4b_1^2 + 2b_1b_2 + 4b_2^2} + \\ & \frac{c}{2} - \frac{2ab_1t_1 + b_1b_2rw}{-4b_1^2 + 2b_1b_2 + 4b_2^2}, \end{aligned} \quad (12)$$

$$p_{2c} = \frac{at_1 - a + 2at_2 + b_1\delta w - b_1rw}{2(2b_1 + b_2)} - \frac{c}{2} - \frac{ab_1 - 2b_1^2c + 4b_1^2w + b_1^2rw - ab_1t_1 + 2ab_2t_1}{4(-2b_1^2 + b_1b_2 + 2b_2^2)} + \frac{a + 6b_1c - at_1 + b_1rw}{4(2b_1 - b_2)} - \frac{2b_1^2\delta w}{4(-2b_1^2 + b_1b_2 + 2b_2^2)}, \quad (13)$$

$$p_{3c} = \frac{w(r+1)}{2} - \frac{2ab_1 - 4b_2^2c + 8b_2^2w + 2b_2^2rw}{8(-2b_1^2 + b_1b_2 + 2b_2^2)} - \frac{4ab_2t_1 - 2ab_1t_1 + 4b_1b_2w + 4b_2^2\delta w}{8(-2b_1^2 + b_1b_2 + 2b_2^2)} - \frac{b_1b_2rw + 2b_1b_2\delta w - 2b_1b_2c}{8(-2b_1^2 + b_1b_2 + 2b_2^2)} - \frac{2at_1 - 2a + 4at_2 - b_2\delta w + b_2rw}{4(2b_1 + b_2)} + \frac{2a + 6b_2c - 2at_1 + b_2rw}{8(2b_1 - b_2)}. \quad (14)$$

在零售商资金约束下,通过对比制造商价格、零售商价格与制造商和零售商各自利润的变化,有如下定理.

定理 1 推迟支付策略下制造商(零售商)的直销价格大于银行借贷模式下的直销价格.

证明 通过比较式(9)与式(12),两式相减,可得 $p_{1c} > p_{1b}$; 同理比较式(10)与式(13),式(11)与式(14),易得 $p_{2c} > p_{2b}$, $p_{3c} > p_{3b}$.

定理 2 推迟支付下制造商(零售商)的利润大于银行借贷模式下的利润.

证明 通过将式(9)~式(14)代入利润函数,由于利润函数比较复杂,在正文中不予表示,通过比较相减,得到定理 2. 可以把供应链作为整个系统看待,如果采用借贷模式,系统资金会流出,导致整体收益减少,因此从侧面证明推迟支付策略要比银行借贷策略更优. 详见数值算例.

定理 3 对于多零售商而言,制造商对部分零售商提供推迟支付策略,而采用银行借贷模式融资的其他零售商,同样会获得更高的利润.

证明 同定理 2 证明过程,易证之.

3 算例分析

为了验证三种模式下(a. 无资金约束;b. 银行借贷;c. 推迟支付),制造商、零售商价格与利润的变化,从而证明本文得出的结论. 现进行数值算例分析,模型中参数: $a = 1\ 000$, $b_1 = 8$, $b_2 = 2$, $t_1 = 0.4$, $t_2 = 0.4$, $c = 5$, $B_1 = 5\ 000$, $B_2 = 2\ 000$. 在设置批发价格参数区间时,本文主要参考文献

[7]及某豪华汽车制造商的合同数据,具有一定的现实背景,避免因为对数据情况不了解所导致的绩效偏差,从而使本研究具有一定的现实意义.

由图 2 可知,制造商与零售商的零售价格是关于批发价格的线性增函数,即随着批发价格的增加,制造商和两个零售商的零售价格随之增加,批发价格的增长导致零售价格的增长符合实际情况. 在三种模式下,采用推迟支付策略,制造商的零售价格和零售商 R_1 的零售价格均高于另两种模式下的零售价格,说明推迟支付策略能够提高售价,同时意味着供应链上所有企业的利润会随

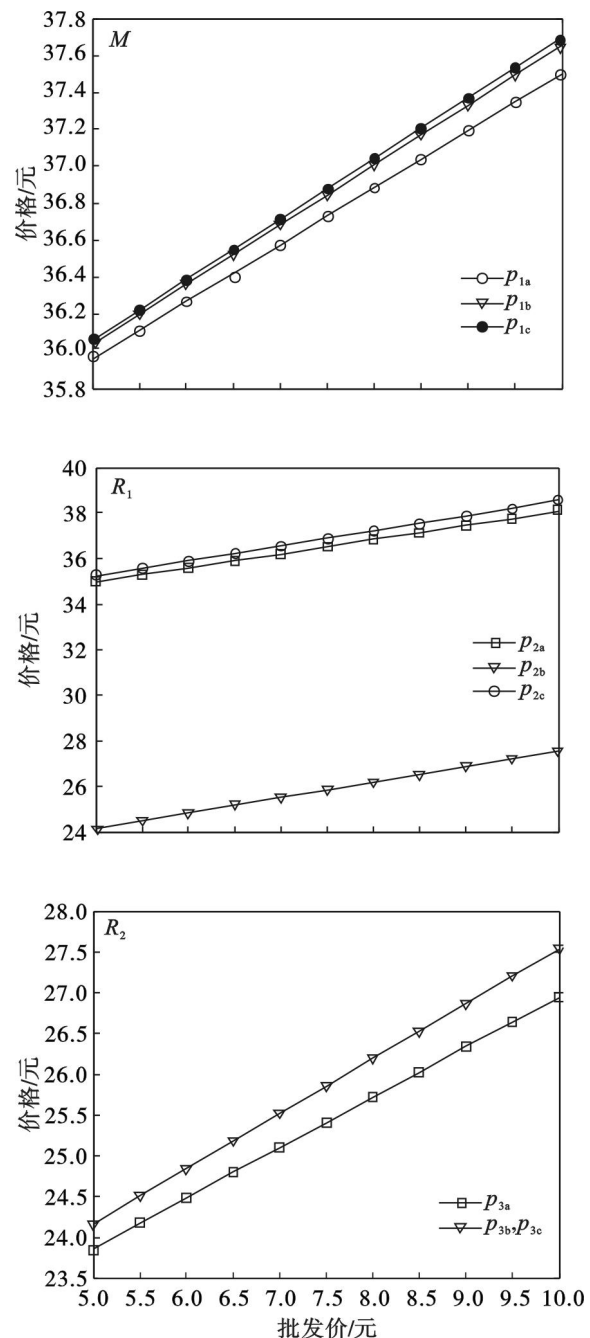


图 2 批发价对价格的影响
Fig. 2 Effect of retail price on price

之增加. 但对于零售商 R_2 来说, 虽然没有采用推迟策略, 但在资金约束下, 零售价格高于无资金约束下的零售价格, 说明供应链渠道采用推迟支付策略对其他成员也有影响. 与此同时图 2 证明了定理 1 的正确性和有效性.

从图 3 可知, 制造商利润是关于批发价格的线性增函数, 而零售商利润是关于批发价的线性减函数, 随着批发价格的提高会导致制造商利润率上升与零售商利润率降低. 在资金约束条件下,

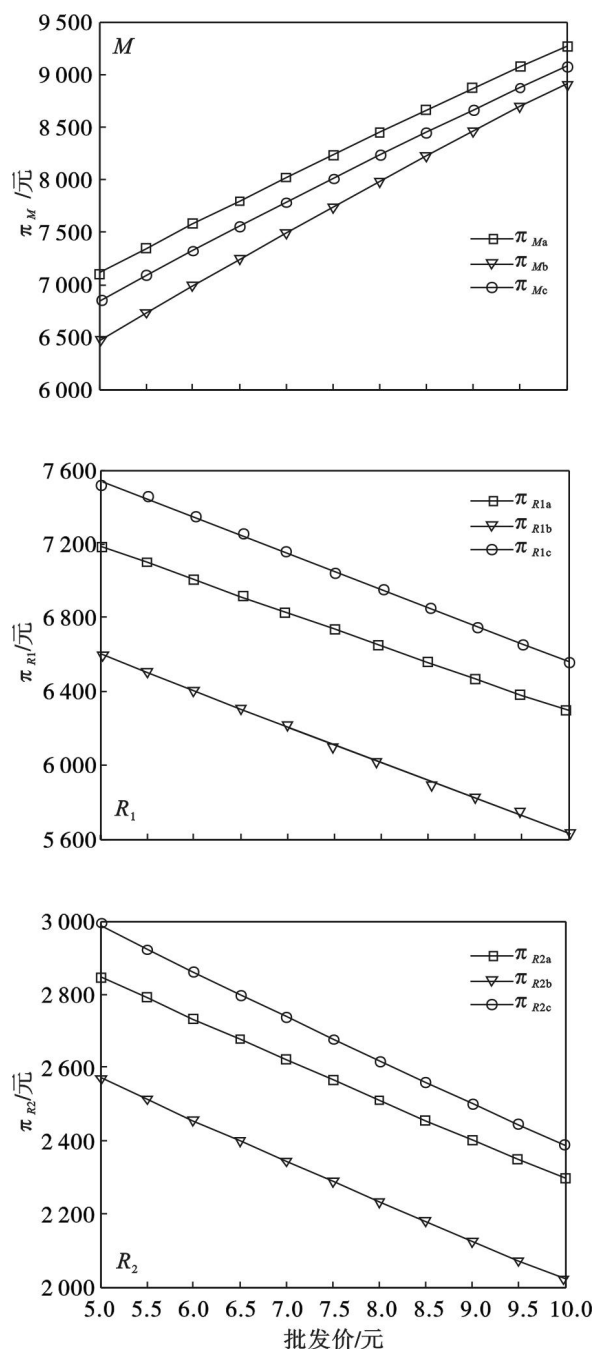


图 3 批发价对利润的影响

Fig. 3 Effect of retail price on profit

制造商采用推迟支付策略获得的收益要高于采用借贷策略获得的收益. 在零售商出现资金约束时, 制造商可以提供推迟支付策略提高自身利润, 同时所有零售商也会获得更高收益, 从而提高企业竞争优势, 占据市场主导地位. 即使是没有获得推迟支付优惠的零售商 R_2 也会获得更高的利润.

因此在零售商资金约束下, 推迟支付策略是多零售商组成的多渠道供应链的最优定价策略, 与此同时图 3 证明了定理 2 和 3 的正确性和有效性.

4 结 论

在零售商面临资金约束下, 制造商会愿意提供推迟支付融资服务, 零售商也会主动寻求制造商的推迟支付融资服务, 而且供应链中的制造商与所有零售商都会因此而获得更高的收益. 但本文并没有考虑零售商的信用风险问题、制造商的资金承载能力以及时间成本. 进一步, 可以从供应链融资角度研究资金约束的供应链定价决策问题.

参考文献:

- [1] Protopappa-Sieke M, Seifert R W. Interrelating operational and financial performance measurements in inventory control [J]. *European Journal of Operational Research*, 2010, 204 (3): 439 - 448.
- [2] Popa V. The financial supply chain management: a new solution for supply chain resilience [J]. *The Annals of Economic Journal*, 2013, 15 (33): 140 - 153.
- [3] Yan N, Dai H, Sun B. Optimal bi-level Stackelberg strategies for supply chain financing with both capital-constrained buyers and sellers [J]. *Applied Stochastic Models in Business and Industry*, 2014, 30 (6): 783 - 796.
- [4] Jin Y, Wang S, Hu Q. Contract type and decision right of sales promotion in supply chain management with a capital constrained retailer [J]. *European Journal of Operational Research*, 2015, 240 (2): 415 - 424.
- [5] Srinivasa-Raghavan N R, Mishra V K. Short-term financing in a cash-constrained supply chain [J]. *International Journal of Production Economics*, 2011, 134 (2): 407 - 412.
- [6] Lee C H, Rhee B D. Trade credit for supply chain coordination [J]. *European Journal of Operational Research*, 2011, 214 (1): 136 - 146.
- [7] Lai G, Debo L G, Sycara K. Sharing inventory risk in supply chain: the implication of financial constraint [J]. *Omega*, 2009, 37 (4): 811 - 825.