

资金约束与供应链中的融资和运营综合决策研究^①

陈祥锋, 朱道立, 应雯璐
(复旦大学管理学院, 上海 200433)

摘要: 研究了由单一供应商和单一零售商组成的供应链中金融和运营的综合决策问题及其影响. 当零售商存在资金限制/约束时, 其可从资本市场获得融资服务以实现自身的最优采购. 其中资本市场是指由多个追求风险中性的金融机构组成的, 并存在一定的市场竞争. 研究表明: 当零售商出现资金不足或预算限制时, 融资服务可为整个供应链创造新价值, 并且资本市场的竞争程度将直接影响零售商、供应商和金融机构的具体决策. 另外, 还为具体供应链管理实践提供相关的见识.

关键词: 资金约束; 融资服务; 批发合同; 供应链管理

中图分类号: F253.2; F253.9; F830.56 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-9807(2008)03-0070-08

0 引言

如何有效地整合和协调物流、信息流和资金流是当前供应链管理中的一个重要问题. 多数供应链管理文献集中于物流和信息流的整合研究, 却忽略了物流和资金流的协调问题. 例如, 绝大多数的文献在讨论供应链管理决策或协调问题时往往忽略了供应链出现资金不足/预算限制的情况. 这种假设在管理实践中是不合理的.

由于资金不足, 供应链中的制造商(或零售商)可能难于根据市场需求实现自身最优的生产量(或订购量). 这可能导致产品供应的短缺, 市场价格波动, 并可能较严重损害供应链绩效. 然而, 如果资金不足的企业可通过资本市场获得融资服务, 摆脱资金约束, 这可能增强供应链的整体收益. 所以, 融资服务将在现代供应链管理中起到重要重用, 其可通过资本市场实现资金资源重新配置, 使得资金从资金盈余的机构流向资金短缺机构, 加快了整个经济系统中资金流和物流的整体协调.

本文研究了单一供应商和单一报童性质零售商组成供应链中融资和运营综合决策, 并探讨融资服务对供应链绩效的影响. 本文假设, 当零售商出现资金限制时, 其可从竞争的资本市场获得相应的融资服务, 并且资本市场是由多个追求风险中性投资的金融机构组成的. 本文首先分析资本市场的市场竞争特性, 并探讨金融机构向资金约束零售商提供融资服务的利率决策; 其次, 本文研究了当供应链中存在融资服务时, 零售商的融资和运营综合决策, 以及供应商的运营决策. 另外, 本文还讨论了融资服务对供应链绩效的影响, 并根据相关的研究结论提出了一些新的供应链管理见识.

从直观上看, 供应链的运营决策, 包括批发价定价和订货量决策, 应该是受零售商自有采购资金 B 及融资服务利率 r 影响的, 因为自有采购资金和融资利率将会影响融资规模. 有趣的是, 本文结果恰恰得出了不同结论: 当具有资金限制的零售商获得资本市场的融资服务时, 供应链中最优订购决策和批发价决策均与融资利率 r 和零售商

① 收稿日期: 2007-05-28; 修订日期: 2008-03-30.

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(70502008); 教育部人文社会科学一般项目青年基金资助项目(05JC630068); 国家自然科学基金重点项目(70432001).

作者简介: 陈祥锋(1973—), 男, 福建泉州人, 博士后, 讲师, Email: chenxf@fudan.edu.cn.

自有资金 B 无关,而是受资本市场的竞争程度所影响;本文的研究还表明,当零售商出现资金约束时,融资服务可以为供应链创造价值.

1 文献回顾

本文主要回顾供应链管理领域的相关文献.多数供应链文献在研究供应链问题往往忽略资金约束,及物流与资金流的协调问题.如:Gavirneni et al^[1], Lee^[2,3], Moizadeh^[4], Chen^[5], Cachon & Fisher^[6], Cachon^[7].然而,在管理实践中,资金约束问题是普遍存在、不容忽视的.因此,在研究供应链管理中运营决策时忽略资金流问题是不符合实际的.

近年来,已有部分学者开始研究运营管理和金融服务相互协调问题.例如,Birge & Zhang^[8]应用期权理论定价理论,研究了库存管理中风险问题.Buzacott & Zhang^[9]研究了市场不确定条件下资金约束企业中运营管理和融资管理之间的相互联系.Xu & Birge^[10]建立模型论述资金约束问题如何影响企业的生产决策.Caldentey & Haugh^[11]比较了当零售商受资金约束时有套利保值和无套利保值柔性合同的绩效差异.Xu & Birge^[12]在报童问题基础上建立模型研究资金约束和管理激励条件下最优的生产决策.Ding et al^[13].和 Dong et al^[14].从风险管理角度考虑了运营决策和资金决策的相互作用和影响.R. Caldentey & X. F. Chen^[15]研究了在零售商资金约束条件下,特殊信用合同可以创造供应链新的价值.X. F. Chen & W. J. , Ying^[16]研究了医疗供应链中的融资服务和决策问题.

在国内相关文献中,对于探讨同时考虑企业金融和运营决策相关问题的研究还是比较少见的.但是,一些学者已开始关注金融和运营交叉领域的研究.例如,李毅学和冯耕中等^[17]针对价格随机波动的库存,研究了银行在几种需求分布下的质押率决策.陈旭^[18]应用期权合同理论讨论期权交易对零售商最优订货量的影响.简志宏和李楚霖^[19]结合实物期权在投资项目应用思想和方法,研究了柔性产品组合的最优切换策略.陈祥锋和朱晨波^[20]应用期权合同理论研究企业的采购决策,以及期权合同对供应链企业及整体绩效

的影响.然而,国内的这些文献在考虑供应链的运营策略时,很少考虑资金约束对供应链运营决策的影响.

本文将在资金约束条件下,考虑供应链中物流和资金流的协调问题,探讨融资服务对供应链绩效的影响.比较当前文献,本文贡献集中于三方面:(1)在研究供应链中节点企业的具体决策时,综合考虑了资金约束与融资服务的影响,使得研究的结果更符合实际情况;(2)在研究供应链的运营和融资决策时,引入了资本市场的竞争分析,并得到有趣结论.在以往文献,很少文献会考虑到资本市场竞争对供应链运营决策的影响.(3)本文不仅讨论物流供应链(供应商和零售商)的运营和融资决策,而且研究资金供应链(金融机构和零售商)的金融和运营决策.而在当前资金流和物流协调的研究文献中更多是考虑金融供应链的决策问题,较少同时分析物流供应链的运营决策.

2 资本市场与融资决策

当零售商在采购过程中出现资金限制时,其将不能实现自身最优采购量,可能损害整条供应链绩效.所以,零售商可能愿意支付一定利率从竞争的资本市场中获得融资服务,以增加供应链的收益.本部分将探讨在金融机构提供融资服务的利率决策及相关影响.

2.1 模型假设

假设,单一供应商向单一报童性质的零售商提供单一产品,批发价格 w ;零售商在采购过程中存在资金限制,其自有采购资金为 B . 市场需求量 D 是不确定的,其密度函数设为 $f(D)$, 累积分布函数为 $F(D)$, 其中 $F(D)$ 连续、可导且严格增加,并且 $\bar{F}(D) = 1 - F(D)$.

在销售周期初始之际,受资金限制的零售商可在竞争的资本市场得到融资服务,并通过向供应商订购 Q 和支付 wQ 的形式接受供应商提供的批发合同;然后,零售商以固定的零售价格 $p \geq w$ 在零售市场售出 $\text{Min}[D; Q]$. 在销售周期结束时,零售商将向提供融资服务的金融机构归还融资的本息.为研究方便,本文假设产品的残值为零.

当前,金融机构特别是银行面临着更激烈市

场竞争,所以较多金融机构愿意为资金约束的企业提供融资服务,以获取融资收益.金融机构是存在于资本市场中,显然资本市场的竞争将影响融资利率 r .所以银行进行利率决策时必须考虑资本市场的竞争.如果 r 太大,银行将失去融资业务;若 r 太小银行就会亏本.

融资服务过程可描述如下:在销售周期开始,资金不足的零售商可从竞争资本市场获得融资规模 $L_0 = wQ - B$,利息 r .在销售周期结束时,提供金融机构可从零售商处获得本息 $L_1 = \min[p \cdot \min[D; Q]; L_0 \cdot (1+r)]$.当需求不足($p \cdot D < L_0 \cdot (1+r)$)时,零售商的销售收入不足以偿还金融机构本息,零售商就出现破产,同时金融机构将遭受损失;反之,金融机构可获得预期收益 $r \cdot L_0$.

假设提供融资服务的金融机构是追求风险中性的投资者,并处在竞争资本市场中. r_f 为资本市场的平均市场投资回报率,或者是资本市场的无风险利率. r_f 是由资本市场的竞争程度决定.市场竞争越激烈, r_f 越小.例如, $r_f = 0$,则表示资本市场处于完全竞争状态,由于激烈市场竞争导致资本市场的平均利润率为零.

2.2 融资服务利率

由于金融机构是追求风险中性的投资者,其对不同投资项目的风险识别是无差异,所以其提供的融资服务将满足:期望收益与资本市场的平均投资回报相等, $E[L_1] = L_0 \cdot (1+r_f)$.于是金融机构将运用下式设计融资利率 r

$$\int_0^z p \cdot D \cdot f(D) dD + \int_z^\infty z \cdot p \cdot f(D) dD = (wQ - B) \cdot (1+r_f)$$

其中: $z = \frac{(wQ - B)(1+r)}{p}$ (1)

简化式(1)可得

$$\frac{z \cdot (1+r_f)}{(1+r)} = \int_0^z D \cdot f(D) dD + z \bar{F}(z) \quad (2)$$

由式(1)知, z 是金融机构能否从融资服务获取期望收益的市场需求临界点.当市场需求 $D \geq z$ 时,表示金融机构可以通过融资服务获得期望收益;否则,只能收回部分融资投资,即 $\int_0^z p D f(D) dD$.另外,融资利率 r 的决策与融资金 $L_0 = wQ - B$ 是密切相关的,命题1将描述融资利率与融资金额之间的关系.

命题1 当资本市场中存在市场竞争时,金融机构融资利率 r 的决策将随着融资规模 L_0 以及资本市场平均投资回报率 r_f 的增加而增加.

证明 由式(1),令 $G(L_0, r(L_0)) = \int_0^{\frac{(wQ-B)(1+r)}{p}} p D f(D) dD + \int_{\frac{(wQ-B)(1+r)}{p}}^\infty L_0 (1+r) f(D) dD - L_0 (1+r_f)$

分别对 L_0 和 r 求偏导,可得

$$\frac{\partial G}{\partial L_0} = \int_{\frac{(wQ-B)(1+r)}{p}}^\infty (1+r) f(D) dD - (1+r_f);$$

$$\frac{\partial G}{\partial r} = \int_{\frac{(wQ-B)(1+r)}{p}}^\infty L_0 f(D) dD. \text{ 将上两式代入 } \frac{dr}{dL_0} = - \frac{\partial G / \partial L_0}{\partial G / \partial r}, \text{ 可得}$$

$$\frac{dr}{dL_0} = \frac{(1+r_f) - (1+r) \bar{F}\left(\frac{L_0(1+r)}{p}\right)}{L_0 \bar{F}\left(\frac{L_0(1+r)}{p}\right)}$$

由式(1),可以得到 $(1+r_f) - (1+r) \bar{F}\left(\frac{L_0(1+r)}{p}\right) > 0$,

因此 $\frac{dr}{dL_0} > 0$.同理可证 $\frac{dr}{dr_f} > 0$.命题得证.

假设市场需求 D 服从均值 $m = 500$,标准差 $s = 200$ 的正态分布,令零售价格 $p = 10$,批发价格 $w = 8$,资本市场平均投资回报率 r_f 分别为0、0.02、0.04,图1可描述融资利率同资本市场竞争程度和零售商自有资金的关系.

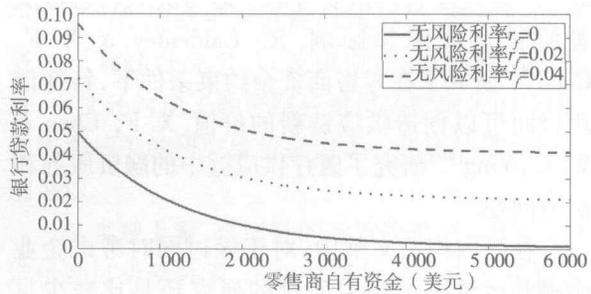


图1 金融机构融资服务利率的决策

Fig. 1 Interest rate as a function of retailer's initial budget

由命题1和图1可见:给定批发价格 w 和订购量 Q ,融资利率 r 随零售商预算资本 B 增大而减小.直观上,当零售商预算采购资金越多,贷款规模就越少,使得金融机构的借贷风险减少,所以相应的融资利率也就减小了.同时,当资本市场平均投资回报率降低时,融资利率 r 也将随之降低.直观解释为,当资本市场的竞争程度增强时,平均市

场投资回报将不断降低,金融机构将设计较低的融资利率 r 以争取在市场竞争中取得优势.

3 融资服务与零售商的订购策略

本部分将主要探讨存在着竞争资本市场时零售商的融资和运营综合决策,并从理论上分析竞争资本市场如何为资金不足零售商提供必要的融资服务,激励零售商提高订货数量.

3.1 零售商最优订购策略

根据前面假设,在销售周期开始时,资金不足的零售商将利用自有资金 B 和融资额 $L_0 = wQ - B$ 向供应商支付 wQ ;销售周期结束时,零售商获得销售收入 $p \cdot \min[D; Q]$,并向金融机构偿还本息 $\min[p \cdot \min[D; Q]; L_1]$,其中 $L_1 = L_0(1+r)$. 因此,零售商将选择最优订购量以优化自身收益,其预期收益为

$$\pi_F^R = \max_Q E[p \cdot \min[D; Q] - (wQ - B)(1+r)]^+ \quad \text{s. t. } 0 \leq wQ \leq B \quad (3)$$

命题 2 当受资金约束的零售商向竞争的资本市场获得融资服务时,最优订购量 $Q_F^* = \bar{F}^{-1}\left(\frac{w(1+r_f)}{p}\right)$ 为一个固定值,与资本市场的竞争程度(r_f) 相关,但与零售商预算资本(自有资金) B 以及融资利率 r 无关.

证明 由式(3)可得

$$\frac{\pi_F^R}{p} = \int_0^Q D \cdot f(D) dD - z\bar{F}(z) + Q\bar{F}(Q) \quad \text{其中,} \\ z = \frac{(wQ - B)(1+r)}{p}$$

将式(2)代入上式后得 $\frac{\pi_F^R}{p} = \int_z^Q D \cdot f(D) dD + Q \cdot$

$$\bar{F}(Q) - \frac{z}{1+r},$$

$$\text{则 } \frac{\pi_F^R}{p} = E[\min[D; Q]] - \frac{(wQ - B)(1+r_f)}{p}$$

由上式,得到最优订购量 $Q_F^*(w) = \bar{F}^{-1}\left(\frac{w(1+r_f)}{p}\right)$. 命题得证.

根据命题 2,零售商的收益函数可表示为 $\pi_F^R = E[p \cdot \min[D; Q]] - (wQ - B)(1+r_f)$. 由此易知,当资金约束的零售商能向竞争的资本市场获取融资服务时,其收益与自有采购资金 B 及融资服务利率 r 无关,但是受到资本市场的竞争强度所影响.

在经典的报童问题模型^[21] 中,零售商的最优订购量满足方程 $p\bar{F}(Q^{NV}(w)) = w$. 当订购量 $Q^{NV}(w)$ 满足边际利润 $p\bar{F}(Q^{NV}(w))$ 等于边际成本 w 的条件时,零售商收益最大. 在存在融资服务的供应链中,可得到相似形式:当订购量 $Q_F(w)$ 满足边际利润 $p\bar{F}(Q_F(w))$ 等于边际成本 $w(1+r_f)$ 的条件时,零售商获得最优订购量. 由于 $w(1+r_f) \geq w$,即取得融资服务零售商的边际成本大于报童问题模型中的边际成本,所以 $Q_F^*(w) \leq Q^{NV}(w)$. 直观上看,零售商获得融资服务后将支付一定利息,这使得其经营的边际成本增加,导致其最优订购量 $Q_F^*(w)$ 不会多于传统报童模型中的最优订购量 $Q^{NV}(w)$. 用 Q^* 表示获得融资服务零售商的最优订购量, Q_{NV}^* 表示不存在融资服务的最优订购量. 表 1 出示不同情况下零售商的最优订购决策和融资决策.

表 1 零售商的最优订购决策和融资决策

Table 1 The financial and operations decisions for the retailer

零售商资金约束	融资决策	Q^*	Q_{NV}^*	Q^* 和 Q_{NV}^* 关系
$B \leq w\bar{F}^{-1}\left(\frac{w(1+r_f)}{p}\right)$	借款	$Q_F^*(w)$	B/w	$Q^* > Q_{NV}^*$
$w\bar{F}^{-1}\left(\frac{w(1+r_f)}{p}\right) < B \leq w\bar{F}^{-1}\left(\frac{w}{p}\right)$	不借款	B/w	B/w	$Q^* < Q_{NV}^*$
$B > w\bar{F}^{-1}\left(\frac{w}{p}\right)$	不借款	$Q^{NV}(w)$	$Q^{NV}(w)$	$Q^* = Q_{NV}^*$

如表 1,零售商在不同资金约束情况下 将采取不同融资和订货决策. 例如:当 $B \leq$

$w\bar{F}^{-1}(\frac{w(1+r_f)}{p})$ 时,零售商自有资金不足,将采取借款策略向竞争资本市场融资以克服资金不足的困境,并订购 $Q^* = Q_F^*(w)$; 当 $B > w\bar{F}^{-1}(\frac{w(1+r_f)}{p})$ 时,表示资金较充足,融资服务并不能给零售商带来更多收益,所以零售商在这条件下将不会采取借款决策,而根据自有资金和市场需求情况决定最优订货量 $Q^* = \min[\frac{B}{w}; Q^{NV}(w)]$.

令 $r_f = 0, 0.02$ 和 $0.04, p = 10, w = 8, m = 500$ 和 $s = 200$, 根据命题 2 和表 1, 可以得到图 2. 如图 2 所示, 当资金不足的零售商从竞争的资本市场获取服务后, 其最优订购量 Q_F^* 是个定值, 并且与资本市场竞争程度有关. 当资本市场竞争越激烈, r_f 越小, Q_F^* 越大. 甚至当资本市场处于完全竞争状态 ($r_f = 0$), Q_F^* 达到最大值并等于传统报童模型最优采购量 $Q^{NV}(w)$; 另外, 当资金不足时, 零售商最优订货量 Q_F^* 与融资利率 r 及预算资本 B 无关, 但与资本市场无风险利率 r_f 有关.

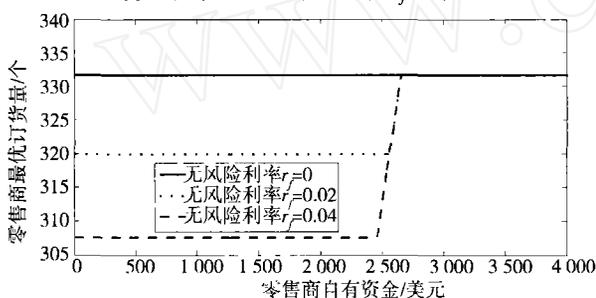


图 2 融资服务与零售商的订货决策

Fig. 2 Optimal ordering level as a function of initial budget

3.2 资本市场对最优订购策略的影响

在竞争的资本市场中, 风险中性的金融机构将设计一定融资利率 r , 使其能获得期望收益 $L_1 = L_0(1+r_f)$, 同时又将鼓励零售商实现最优订货量. 同样, 在一定的市场条件下, 资金不足的零售商可通过融资服务提高订货量和收益, 与此同时, 在任何竞争资本市场中风险中性的金融机构总能设计一定融资利率 r , 以满足融资服务的期望收益等于资本市场的无风险收益或者平均资本市场投资收益. 下面的定理从一般性阐述这种可行性.

定理 1 对于任意 $r_f \geq 0$, 任意 $y(1+r_f) > 0$,

以及任意随机变量 $X \geq 0$, 当且仅当 $E[X] \geq y(1+r_f)$ 时, 总存在一个 $r > r_f$ 使得 $y(1+r_f) = E[\min[X; y(1+r)]]$.

证明 首先证明, 当 $E[X] \geq y(1+r_f)$ 时 $y = E[\min[X; y(1+r)]]$.

令 $r \in (r_f, +\infty]$, $F(r) = E[\min[X; y(1+r)]] - y(1+r_f)$, 可得

$$F(r_f) = E[\min[X; y(1+r_f)]] - y(1+r_f) \leq \min[E(X); y(1+r_f)] - y(1+r_f),$$

$$F(+\infty) = E[\min[X; y(1+\infty)]] - y \geq E[X] - y(1+r_f)$$

由 $E[X] \geq y(1+r_f)$, 得 $F(r_f) \leq 0, F(+\infty) > 0$, 故 $F(r_f) \times F(+\infty) \leq 0$.

再根据“零点存在定理”知: 至少存在一点 $r \in (r_f, +\infty]$, 满足 $F(r) = 0$.

再证, 当 $E[X] < y(1+r_f)$ 时, $y \neq \min[E[\min[X; y(1+r)]]] < y(1+r_f)$.

根据 Jensen 不等式原理, 得 $E[\min[X; y(1+r)]] \leq \min[E[X]; y(1+r)] < y(1+r_f)$.

命题得证.

假设 $X = D, y = \frac{wQ - B}{p}$, 从公式(3)可知, 当

需求 $D \geq \frac{(wQ - B)(1+r_f)}{p}$ 时, 受资金约束的零

售商在获得融资服务后将实现最优订购量 $Q_F^*(w)$, 因为市场条件能保证零售商获得正的收益. 所以在这样的市场条件下, 零售商有激励采取融资服务决策从而向竞争的资本市场寻求贷款服务以提高自己的收益. 定理 1 从一般原理分说明, 当这样的市场条件出现, 竞争资本市场中金融机构能设计融资利率 r , 使得 $E(L_1) = L_0(1+r_f)$, 其中 $L_1 = L_0(1+r), L_0 = wQ - B$. 因此, 竞争资本市场提供的融资服务的确可以帮助资金不足的零售商提高订货量和收益, 以增加供应链的总收益.

4 供应商批发价策略

根据批发合同, 供应商的收益函数为 $\pi^s = (w - c)Q$, 其中 c 为已知的制造成本. 由于 Q 是关于 w 的函数, 所以供应商可根据不同情况来设计最优批发价格 w 实现自身和供应链的收益最大化.

4.1 批发价格决策

当供应链存在融资服务时, 供应商的收益函数可以表述如下 $\pi_F^* = \max[(w - c)Q^*]$, 其中当 $B \leq w\bar{F}^{-1}\left(\frac{w(1+r_f)}{p}\right)$, $Q^* = Q_F^*(w)$; 当 $w\bar{F}^{-1}\left(\frac{w(1+r_f)}{p}\right) < B$, $Q^* = \min[B/w; Q^{NV}(w)]$. 当供应链不存在融资服务时, 供应商的收益函数为 $\pi_N^* = \max[(w - c)Q_{NV}^*]$, 其中当 $B \leq w\bar{F}^{-1}(w/p)$, $Q_{NV}^* = B/w$; 当 $B > w\bar{F}^{-1}(w/p)$, $Q_{NV}^* = Q^{NV}(w)$. 所以面对不同情况的零售商, 供应商应该制定不同批发价定价方案以优化自身的收益. 令 w_{FS}^* 表示存在融资服务供应链中的批发价决策, w_{NF}^* 表示不存在融资服务供应链的批发价决策, 表2和表3可以表示上述两种情况下供应商的定价策略.

表2 有融资服务时供应商的定价策略

Table 2 The supplier's decisions with financial service in supply chain

预算资金情况	借款情况	Q^*	w_{FS}^*
$B \leq w\bar{F}^{-1}\left(\frac{w(1+r_f)}{p}\right)$	有	$Q_F^*(w)$	w_F^*
$w\bar{F}^{-1}\left(\frac{w(1+r_f)}{p}\right) < B \leq w\bar{F}^{-1}\left(\frac{w}{p}\right)$	无	$\frac{B}{w}$	w_M^*
$B > w\bar{F}^{-1}\left(\frac{w}{p}\right)$	无	$Q^{NV}(w)$	w_N^*

注: w_F^* 是方程 $\bar{F}^{-1}\left(\frac{w(1+r_f)}{p}\right) + \frac{(w-c)(1+r_f)}{p} \left[\bar{F}^{-1}\left(\frac{w(1+r_f)}{p}\right)\right]' = 0$ 的解; w_M^* 是 $\bar{F}^{-1}\left(\frac{w}{p}\right) + \frac{(w-c)}{p} \left[\bar{F}^{-1}\left(\frac{w}{p}\right)\right]' = 0$ 的解; w_N^* 是目标函数 $\max[w]$ 的最优解, 其中约束条件为 $\bar{F}^{-1}\left(\frac{w(1+r_f)}{p}\right) \leq \frac{B}{w} \leq \bar{F}^{-1}\left(\frac{w}{p}\right)$.

表3 无融资服务时供应商的定价策略

Table 3 The supplier's decisions without financial service in supply chain

预算资金情况	借款情况	Q_{NV}^*	w_{NS}^*
$B \leq w\bar{F}^{-1}\left(\frac{w}{p}\right)$	无	$\frac{B}{w}$	w_S^*
$B > w\bar{F}^{-1}\left(\frac{w}{p}\right)$	无	$Q^{NV}(w)$	w_N^*

注: w_S^* 是目标函数 $\max[w]$ 的最优解, 其中约束条件为 $\frac{B}{w} \leq \bar{F}^{-1}\left(\frac{w}{p}\right)$.

4.2 融资服务对供应商决策的影响

由命题2可知, 在资本市场支持下, 零售商可根据最优订购量 Q_F^* 向供应商进行采购, 而无须自有资金的多少. 供应商并没有介入融资服务过程, 但可从融资服务活动中获得更大收益, 命题3具体地描述了供应商最优价格决策与资本市场的关系.

命题3 如果资金不足的零售商可从竞争资本市场获得融资服务, 供应商制定的最优批发价格 w_F^* 与零售商的预算资本 B 和利率 r 无关, 而与资本市场的无风险利率 r_f 有关, 并且 w_F^* 总是不大于供应商在传统报童问题模型中的最优决策值 w_N^* .

证明 结论显然, 证明略.

同样令 $r_f = 0, 0.02$ 和 0.04 , $c = 4, p = 10$, $w = 8, m = 500$ 和 $s = 200$, 根据表2和表3, 可以得到图3. 图3比较了在不同竞争强度的资本市场以及存在/不存在融资服务条件下, 供应商的最优订价策略. 如图3可见, 随着资本市场竞争程度增加, 供应商的批发价决策将不断增加; 在零售商向资本市场借款情况下, 供应商制定的最优批发价格是定值, 且随资本市场竞争强度的增加而增加; 同时, 资本融资服务下, 最优批发价格 w_F^* 总是不大于没有融资服务情况下的值. 这些结果均同前面结论相一致.

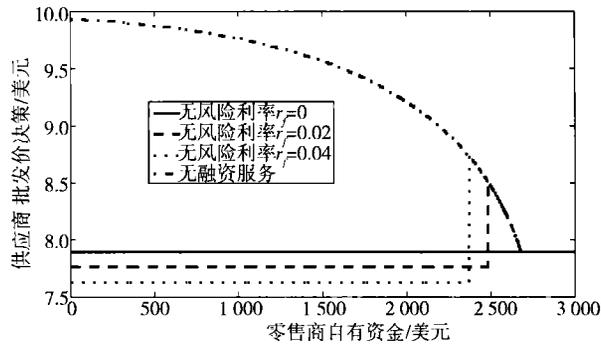


图3 供应商定价策略

Fig. 3 The optimal wholesale price as a function of retailers initial budget

5 资本融资服务对供应链绩效的影响

前面研究表明: 当零售商能够从竞争资本市场获得融资服务时, 融资服务可能帮助零售商克服资金不足的困境, 并帮助供应链实现最优采购量. 因此本文认为, 融资服务能够给存在着资金约束

零售商的供应链创造新的价值.

令 $w = 3, c = 4, m = 500, s = 200, r_f = 0, p = 10$, 根据以前分析,可以得到图 4. 可以看到

融资服务对供应链各成员单位以及供应链总体收益的影响,甚至出示零售商在不同自有资金状态下的最优融资金额.

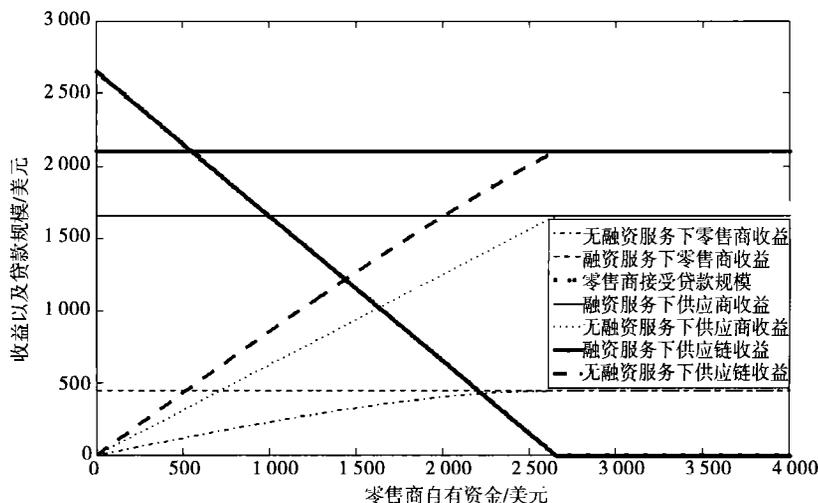


图 4 融资服务和供应链收益

Fig. 4 Finance service and supply chain's performance

图 4 充分说明融资服务可以为资金不足的供应链创造新的价值,并且融资规模将随着零售商自有资金的增加而降低;同时融资服务创造价值将随着资本市场竞争程度的增加而增大. 如上可见,对于供应商而言,其不需承担风险,却可通过资本市场提供的融资服务增加自身收益. 所以资本市场竞争越激烈,供应商收益越多. 于是供应商将积极鼓励零售商在面临资金约束问题时向资本市场融资.

例如,一些大型供应商甚至将自己的库存产品作为可抵押给融资机构的资产,帮助零售商吸引更多的金融机构加入到融资服务的竞争行列中. 在金融机构看来,供应商的资产担保可以降低融资风险. 另一方面,一些大型供应商希望自身所有的金融机构能为资金不足的零售商提供融资服务,这样一来,供应商及其下属金融机构都可以从中受益.

在发展中国家,如中国、印度,由于很多分销商或零售商都是中小规模企业,因此资金不足是十分普遍的情况. 许多跨国企业在与此类企业进行贸易往来时,常选择与规模较大的第三方物流公司进行合作,后者能为资金不足的零售商提供物流服务及直接或间接的融资服务. 根据调查表

明,这样第三方物流公司向零售商提供相关融资服务能提高供应链企业的效益.

6 结束语

本文研究了当零售商面临资金约束问题时供应链的融资和运营综合决策及其相关影响. 在研究过程中,本文引入竞争资本市场的概念来分析金融机构的决策,并进一步探究零售商的融资和订货决策,以及供应商定价决策,同时还探讨了融资服务对整个供应链收益的影响.

研究结论表明,融资服务能为资金不足的供应链创造价值,而且资本市场的竞争将会影响供应链整体收益. 另外,本文结论还表明,在有融资服务情况下,零售商的最优订货量和供应商的最优批发价格与融资利率、零售商预算资本无关,但受资本市场竞争强度影响;也就是说,竞争性资本市场无风险利率或平均边际收益率会影响供应链中企业的决策.

本文初步研究了资本市场融资服务对受资金约束的供应链的绩效以及决策的影响. 未来可以从在以下四个方面进行进一步的深入研究:第一、本文假设资本市场中提供融资服务的金融机构是

风险中性的,若改变这一假设会有不同的结论;第二、本文在研究融资服务时,只着眼于考虑金融机构与零售商的合作及其风险分担,而供应商没有承担任何需求不确定而产生的风险;第三、本文只涉及到供应商合同,未来研究还可以着眼于分析供应链中其它合同问题;第四、本文只考虑了由单个供应商和单个零售商构成的供应链的情况,希望未来能把研究扩展到更复杂的供应链系统中去。

参考文献:

- [1] Gavirneni S, Kapuscinski R, Tayur S. Value of information in capacitated supply chains[J]. *Management Science*, 1999, 45(1): 16—24.
- [2] Lee H L, Billington C. Supply chain management: Pitfalls and opportunities[J]. *Sloan Management Review*, 1992, 33(Spring): 65—73.
- [3] Lee H L, Padmanabhan V, Whang S. Information distortion in a supply chain[J]. *Operations Research*, 1997, 43(4): 546—558.
- [4] Moynzadeh K, Aggarwal P K. An information based multiechelon inventory system with emergency orders[J]. *Operations Research*, 1997, 45(5): 694—701.
- [5] Chen F. Echelon reorder points, installation reorder points, and the value of centralized demand information[J]. *Management Science*, 1998, 44(12): 221—234.
- [6] Cashon P G, Fisher M. Supply chain inventory management and the value of shared information[J]. *Management Science*, 2000, 46(8): 1032—1048.
- [7] Cashon P G. Supply chain coordination with contracts[A]. Chapter 6 in the *Handbooks in Operations Research and Management Science: Supply chain Management*[M]. Elsevier: North-Holland, 2002.
- [8] Birge J R, Zhang R Q. Risk-neutral option pricing methods for adjusting constrained cash flows[J]. *Engineering Economist*, 1999, 44(1): 36—49.
- [9] Buzacott J A, Zhang R Q. Inventory management with asset-based financing[J]. *Management Science*, 2004, 50(9): 1274—1292.
- [10] Xu X D, Birge J R. Join Production and Financing Decisions: Modeling and Analysis[R]. Working Paper. the University of Chicago Graduate School of Business, 2004.
- [11] Cadentey R, Haugh M B. Supply contracts with financial hedging[J]. forthcoming in *Operations Research*, 2005.
- [12] Xu X D, Birge J R. Operational Decisions, Capital Structure, and Managerial Compensation: A News Vendor Perspective [R]. Working Paper, the University of Chicago Graduate School of Business, 2005.
- [13] Ding Q, Dong L, Kouvelis P. On the integration of production and financial hedging decisions in global markets[J]. forthcoming in *Operations Research*, 2005.
- [14] Dong L, Kouvelis P, Su P. Operational Hedging Strategies and Competitive Exposure to Exchange Rates[R]. Working Paper, Olin School of Business, Washington University, 2006.
- [15] Cadentey R, Chen X F. Financing Service and Supply Chain Contracting[R]. Working Paper, Stern School of Business in New York University, 2007.
- [16] Chen X F, Ying W J. Financing Service for the Health-Sector Supply Chain[R]. Working Paper Series. Stern School of Business in New York University, 2007.
- [17] 李毅学, 冯耕中, 徐渝. 价格随机波动下存货质押融资业务质押率研究[J]. *系统工程理论与实践*, 2007, 27(12): 42—49.
- Li Yixue, Feng Gengzhong, Xu Yu. Research on loan-to-value Ratio of inventory financing under randomly-fluctuant price [J]. *Systems Engineering-Theory & Practice*, 2007, 27(12): 42—49. (in Chinese) (下转第 105 页)

$$\begin{aligned}
& \int_0^{\frac{(p-b)F^{-1}(\beta_r) - \alpha_r}{w-b}} \frac{(p-w)F^{-1}(\beta_r) - \alpha_r}{(w-b)^2} f(x) dx - \\
& b \frac{2(p-w)F^{-1}(\beta_r) - \alpha_r}{(w-b)^3} F^{-1} \left(\frac{(p-b)F^{-1}(\beta_r) - \alpha_r}{w-b} \right) - \\
& b \left[\frac{(p-w)F^{-1}(\beta_r) - \alpha_r}{(w-b)^2} \right]^2 \times \\
& F^{-1} \left(\frac{(p-b)F^{-1}(\beta_r) - \alpha_r}{w-b} \right) \\
& = \frac{2(c-w) \left[(p-w)F^{-1}(\beta_r) - \alpha_r \right]}{(w-b)^3} - 2 \times \\
& \frac{(p-w)F^{-1}(\beta_r) - \alpha_r}{(w-b)^2} F^{-1} \left(\frac{(p-b)F^{-1}(\beta_r) - \alpha_r}{w-b} \right) - \\
& b \frac{2(p-w)F^{-1}(\beta_r) - \alpha_r}{(w-b)^3} F^{-1} \left(\frac{(p-b)F^{-1}(\beta_r) - \alpha_r}{w-b} \right) - \\
& b \left[\frac{(p-w)F^{-1}(\beta_r) - \alpha_r}{(w-b)^2} \right]^2 \times \\
& F^{-1} \left(\frac{(p-b)F^{-1}(\beta_r) - \alpha_r}{w-b} \right) \quad (A-10)
\end{aligned}$$

分析上式发现,在 $(p-w)F^{-1}(\beta_r) \geq \alpha_r$ 条件下,上式小于零,于是(A-8)关于 b 是凹的。

(上接第77页)

[18] 陈 旭. 考虑期权合同供应链零售商订货[J]. 管理科学学报, 2006, 9(3): 17—23.

Chen Xu. Retailer's procurement decisions for supply chain with options contracts[J]. Journal of Management Science in China, 2006, 9(3): 17—23. (in Chinese).

[19] 简志宏, 李楚霖. 柔性产品组合最优切换实物期权方法研究[J]. 管理科学学报, 2006, 9(1): 14—19.

Jian Zhihong, Li Chulin. Real option approach to optimal switching of flexible product-mix[J]. Journal of Management Sciences in China. 2006, 9(1): 14—19. (in Chinese)

[20] 陈祥锋, 朱晨波. 供应链采购管理中的期权价值研究[J]. 系统工程学报, 2007, 22(4): 401—407.

Chen Xiangfeng, Zhu Chenbo. Real option and supply chain procurement contracts[J]. Journal of Systems Engineering, 2007, 22(4): 401—407. (in Chinese)

[21] Hadley G. Whitin T.. Analysis of Inventory System[M]. Englewood Cliffs: Prentice-Hill Inc. 1963.

Financial and operation decisions in budget-constrained supply chain

CHEN Xiang-feng, ZHU Dao-li, YING Wen-jun

School of Management, Fudan University, Shanghai 200433, China

Abstract: This paper studies the decision-making in a stylized supply chain where a supplier sells a single product to a news-vender retailer, who is budget-constrained and can get financial service from the competitive financial market. In such a setting, we study how the competition in the financial market, where each financial institution is supposed to be risk-neutral affects the operation and financial decisions in supply chain when the budget-constrained retailer receives financial service from the competitive financial market. Our results show that financial service would create value in the supply chain where parties have small-medium budget constraints, and the competition of financing service would affect the decisions of the supplier, retailer, and financial institution. In this paper, we also provide some insights for the practice in the supply chain where parties are budget-constrained.

Key words: budget constraints; financial service; wholesale contract; supply chain management