

doi: 10.12068/j.issn.1005-3026.2020.02.025

零售商主导下存在预售的供应链融资优化决策

孙菁泽, 庄新田
(东北大学 工商管理学院, 辽宁 沈阳 110169)

摘 要: 针对供应链中零售商经常面临运营资金不足的现象,以商业贷款和商业回购两类典型的融资模式为基础,研究存在零售商预售且占主导地位的供应链融资优化决策问题.建立由供应商、零售商和银行组成且零售商主导的三级供应链博弈模型,然后求解获得两种模式下供应链成员的最优决策以及最优利润.通过数值算例分析,分别从银行、供应商和零售商的角度对比两种融资模式的优劣,并得到相应的管理启示,进而为供应链成员的优化决策提供科学支持.

关 键 词: 供应链金融;融资模式;零售商主导;预售;博弈模型

中图分类号: F 830.9 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-3026(2020)02-0294-06

Optimization Decision for Retailer-Dominant Pre-sale Supply Chain Financing

SUN Jing-ze, ZHUANG Xin-tian
(School of Business Administration, Northeastern University, Shenyang 110169, China. Corresponding author: SUN Jing-ze, E-mail: jingzesun@sina.com)

Abstract: Focusing on the phenomenon that retailers often face the shortage of capital in the supply chain, the optimization decision for retailer-dominant pre-sale supply chain financing was studied, based on the two typical financing modes of commercial loan and commercial buyback. Firstly, a model of three-level supply chain composed of a supplier, a dominant retailer and a bank was established. Secondly, the optimization decision and the optimal profit of supply chain members under the two modes were obtained. Finally, through numerical example calculation, the advantages and disadvantages of the two financing modes were compared from the perspective of banks, suppliers and retailers to gain corresponding managerial insights, which may provide scientific support for the optimization decision of supply chain members.

Key words: supply chain finance; financing mode; retailer-dominant; pre-sale; game theory

在当今社会的商业活动中,资金不足是任何一家企业都可能面临的问题,特别是中小企业,由资金链断裂而引起的企业破产案例非常普遍,因此如何缓解企业的资金约束、提高资金链利用率备受企业界关注^[1-3].目前解决上述问题主要通过两种方式:第一种方式是商业融资,Gomm等^[4]研究表明,商业融资不仅给商业银行带来新的市场和盈利模式,而且能降低中小企业融资门槛,进而加速资金流通;第二种方式是通过预售来缓解资金不足的压力,降低市场风险,促进资金周转.另一方面,随着市场经济的不断发展,供应链中供应商与零售商之间的关系也逐渐发生变化.一些供应链正在从原来的供应商主导模式逐渐向零售商主导模式转化^[5-7],譬如,在大型零售商沃尔玛与其供应商之间形成的供应链中前者通常占主导地位.在此背景下,研究零售商主导的供应链融资问题具有十分重要的现实意义.

商业贷款和商业回购是较为普遍的供应链融资模式,因而备受关注^[8].在商业贷款融资研究方面,刘英等^[9]针对零售商资金不足的问题,将零售商预售及信用融资引入供应链系统中,并分析其商业贷款融资模式及最优策略.Raghavan

等^[10]指出,当零售商和供应商均面临财务约束时,双方联合进行商业贷款决策可能会得到零售商、供应商和银行三赢的结果,对供应链整体更有利.石军等^[11]针对零售商先票后货的融资模式进行优化分析,进而指导零售商企业的订货决策.赵亮等^[12]建立了制造商资金约束下的双渠道供应链模型并求解分析,进一步扩展了供应链融资的相关研究.产品预售是指零售商通过预先销售的方式提前回笼部分资金以增加营运资金额度,从而降低企业现金流的压力.目前已有学者针对不同情境下的预售行为展开研究.Cachon^[13]针对经典的推/拉式供应链系统中零售商预售行为,引入提前购买折扣因子,研究表明存在预售的供应链效率将会显著提高.Ma 等^[14]通过预售获取市场需求信息,结果表明制造商是否实施预售是风险

与收益的权衡.

综上所述,现有文献较少将供应链融资和预售行为相结合进行研究,特别是对于零售商主导下的供应链融资更无涉及预售行为.为此,本文考虑由供应商、零售商和银行组成的三级供应链系统,研究在零售商主导且面临资金不足的前提下,如何将产品预售和典型的商业融资模式(商业贷款和商业回购)相结合,实现零售商、供应商以及银行绩效的最优化,进而有效地解决供应链中企业成员实际运营中可能遇到的融资问题.

1 问题描述和模型说明

1.1 符号说明及问题描述

文中所涉及的符号及其说明如表 1 所示.

表 1 符号说明
Table 1 Notation description

符号	含义	符号	含义
p	单位产品的市场价格	$D_1(\alpha)$	预售阶段需求量
w	单位产品的批发价格	$D_2(\alpha)$	正常销售阶段需求量
w_1	单位产品回购价格	$f(x)$	正常销售阶段需求概率密度函数
Q_0	零售商最大潜在订货量	$F(x)$	正常销售阶段需求概率分布函数
Q	零售商实际订货量	c_1	销售期末零售商未售出产品单位净残值
c	单位产品生产成本	β	零售商订货量对批发价格的敏感系数
r	银行贷款利率	$\Pi_s(w)$	供应商利润
r_f	银行无风险利率	$\Pi_R(Q_0)$	零售商利润
n	市场总需求	$\Pi_B(r)$	银行利润

考虑由供应商、零售商、银行组成的三层供应链,零售商在供应链占主导地位且存在资金短缺问题.零售商采用预售方式销售产品,故其销售周期分为两部分:预售阶段和正常销售阶段.在预售阶段,设零售商的市场需求为 $D_1(\alpha) = \alpha n$,表明预售折扣会吸引消费者提前购买,其中 n 为市场总需求, α 为预售折扣率^[9];设正常销售阶段其市场需求 $D_2(\alpha) \in U[0, n - D_1(\alpha)]$.零售商在供应链中处于主导地位,供应商是市场追随者,在整个供应链的 Stackelberg 博弈中,首先零售商决策,然后供应商决策,最后银行决策.具体过程如下:

- 1) 零售商给出最大订货量 Q_0 ,接着供应商给出批发价格 w ,此时零售商的实际订货量确定为 $Q = Q_0 - \beta w$,其中 β 为零售商订货量对批发价格的敏感系数;
- 2) 零售商在商品价格 p 的基础上以一定的折扣率 $\alpha \in (0, 1)$ 进行产品预售;
- 3) 零售商将预售收入作为定金交付银行以

- 获得贷款;
- 4) 银行将零售商贷款交付供应商用于产品生产;
 - 5) 供应商获得资金之后开始生产,并在销售季开始前将产品交付零售商;
 - 6) 销售季开始,零售商将预售产品交付顾客,并开始正常销售产品;
 - 7) 商业贷款模式中,零售商在销售期末获得未售出产品净残值 c_1 ;商业回购模式中,零售商在销售期末以单位产品回购价格 w_1 获得供应商的回购资金;
 - 8) 零售商偿还银行贷款.

1.2 模型假设

基于问题描述,为便于建立模型,给出如下假设:

- 1) 零售商正常销售阶段的市场需求为随机变量,服从均匀分布 $D_2(\alpha) \in U[0, n - D_1(\alpha)]$;
- 2) 零售商的订货量为 $Q = Q_0 - \beta w$,且大于或等于 0 恒成立,其中 $\beta > 0$ 表示零售商订货量 Q

对于供应商批发价格 w 的敏感度;

3) 销售期结束后零售商未卖出产品的单位净残值为 $c_1, p > w > c, c > w_1, c > c_1$.

2 模型建立与分析

2.1 零售商主导的商业贷款模式

2.1.1 银行的优化决策分析

在分析银行最优决策时,假定银行处于完全竞争市场,以获得无风险利率 r_f 为最终目标,此时银行利润函数为

$$\Pi_B(r) = E[\min\{L(Q)(1+r), p\min[D_2(\alpha), Q] + c_1(Q-x)^+\} - L(Q)]. \quad (1)$$

式(1)中,当零售商有能力偿还贷款时,零售商向银行贷款为 $L(Q) = wQ - [(1-\alpha)p - w] \times D_1(\alpha)$;当零售商无力偿还时,由于零售商承担有限责任,零售商宣布破产并将全部销售收入 $p\min[D_2(\alpha), Q] + c_1(Q-x)^+$ 偿还银行. 因此银行为获得自己的无风险利率,则需满足:

$$L(Q)(1+r_f) = E[\min\{L(Q)(1+r^*), p\min[D_2(\alpha), Q] + c_1(Q-x)^+\}]. \quad (2)$$

即银行的最优贷款利率 r^* 将取决于对收益和风险的权衡. 对式(2)求解可得,最优的银行利率为

$$r^* = \frac{d_3 + d_4 - 2d_1 - \sqrt{(d_3 + d_4)^2 - 4d_1d_2}}{2d_1}, \text{ 其中}$$

$$d_1 = \frac{L^2(Q)}{2a(p-c_1)}, d_2 = \frac{c_1^2 Q^2}{2a(p-c_1)}, d_3 = L(Q),$$

$$d_4 = \frac{L^2(Q)c_1 Q}{a(p-c_1)}, a = (1-\alpha)n.$$

结论 1 在零售商主导的商业贷款模式下,当 $p\min[D_2(\alpha), Q] + c_1(Q-x)^+ \geq L(Q)(1+r_f)$ 时,银行存在唯一的最优贷款利率 r^* .

结论 1 表明,对于银行而言,只有当零售商的期望收益超过本息之和时,银行才会愿意给零售商贷款,且银行存在最优的贷款利率;否则,银行认为零售商不具备相应的还款能力,进而不会给零售商贷款,即贷款业务不发生.

2.1.2 供应商的优化决策分析

在零售商公布其最大订货量之后,供应商决定最优的批发价格 w^* ,从而使期望利润最大化. 此时,供应商的利润函数为

$$\Pi_S(w) = (w-c)(\alpha n + Q_0 - \beta w). \quad (3)$$

式(3)中, $(w-c)$ 为批发价与生产成本之差, $(\alpha n + Q_0 - \beta w)$ 为零售商预售阶段和正常销售阶段的总订货量;而供应商此时的约束条件为式(2),即银行的期望利润不小于其在无风险利率

情况下的收益.

将利润函数 $\Pi_S(w)$ 对 w 求一阶导数得 $\Pi'_S(w) = \alpha n + Q_0 + c\beta - 2\beta w$, 使其导数为零,有

$$w^* = \frac{c\beta + \alpha n + Q_0}{2\beta}. \quad (4)$$

由上式可知,最优批发价格 w^* 与 α, β, n, Q_0, c 等参数有关,进一步分析可以发现:

$$\textcircled{1} \frac{dw^*}{d\alpha} = \frac{n}{2\beta} > 0; \textcircled{2} \frac{dw^*}{dn} = \frac{\alpha}{2\beta} > 0; \textcircled{3} \frac{dw^*}{dc} = \frac{1}{2} > 0;$$

$$\textcircled{4} \frac{dw^*}{dQ_0} = \frac{1}{2\beta} > 0; \textcircled{5} \frac{dw^*}{d\beta} = -\frac{\alpha n + Q_0}{2\beta^2} > 0.$$

上述发现表明,在零售商主导的供应链中,当零售商以商业贷款模式融资时,供应商的批发价格随零售商预售折扣率 α 、市场规模 n 、单位生产成本 c 、最大订货量 Q_0 的增加而增加,随零售商订货量对批发价格的敏感系数 β 的增大而减少.

2.1.3 零售商的优化决策分析

零售商作为供应链的主导者,率先公布其最大订货量,在供应链中占据先动优势. 零售商的利润函数为

$$\begin{aligned} \Pi_R(Q_0) = & \int_0^{Q_0-\beta w} [px + c_1(Q_0 - \beta w - x)]f(x)dx + \int_{Q_0-\beta w}^a [p(Q_0 - \beta w)]f(x)dx - \\ & L(Q)(1+r_f). \end{aligned} \quad (5)$$

式(5)中,等式右边第一项表示市场实际需求 x 小于零售商实际订货量 $Q_0 - \beta w$ 时零售商的销售收入;第二项表示当市场实际需求 x 大于零售商的实际订货量 $Q_0 - \beta w$ 时零售商的销售收入;第三项表示零售商银行贷款的期望还款金额. 将 w^* 代入式(5)并对 Q_0 求导,由 $\Pi'_R(Q_0) = 0$,解得 $Q_0^* = \frac{2a\beta p + \beta(p-c_1)(c\beta + \alpha n) + 2a\alpha n(1+r_f)}{\beta(p-c_1) + 4a(1+r_f)}$.

将 Q_0^* 代入式(4)可得供应商最优批发价格为

$$w^* = \frac{c\beta + \alpha n}{2\beta} + \frac{2a\beta p + \beta(p-c_1)(c\beta + \alpha n) + 2a\alpha n(1+r_f)}{2\beta[\beta(p-c_1) + 4a(1+r_f)]}.$$

结论 2 零售商主导的商业贷款模式中,当 $p\min[D_2(\alpha), Q] + c_1(Q-x)^+ \geq L(Q)(1+r_f)$ 时,供应商的最优批发价格为 w^* ,零售商的最优最大订货量为 Q_0^* ,零售商的最优实际订货量为 $Q = Q_0^* - \beta w^*$.

2.2 零售商主导的商业回购模式

2.2.1 银行的优化决策分析

商业回购模式中,银行的利润函数为

$$\Pi_B(r) = E[\min\{L(Q)(1+r),$$

$p\min[D_2(\alpha), Q] + w_1(Q - x)^+ \} - L(Q)$. (6)
 式(6)中,当零售商能偿还贷款时,则银行可收回全部贷款本息 $L(Q)(1 + r)$;当零售商无力偿还时,即将全部销售收入 $p\min[D_2(\alpha), Q] + w_1(Q - x)^+$ 偿还给银行. 因此银行为获得自己的无风险利率,则需满足如下等式:

$$L(Q)(1 + r_f) = E[\min\{L(Q)(1 + r^*), p\min[D_2(\alpha), Q] + w_1(Q - x)^+\}]. \quad (7)$$

则最优的银行利率为

$$r^* = \frac{d_3 + d_4 - 2d_1 - \sqrt{(d_3 + d_4)^2 - 4d_1d_2}}{2d_1}, \text{ 其中,}$$

$$d_1 = \frac{L^2(Q)}{2a(p - w_1)}, d_2 = \frac{w_1^2 Q^2}{2a(p - w_1)}, d_3 = L(Q),$$

$$d_4 = \frac{L^2(Q)w_1 Q}{a(p - w_1)}, a = (1 - \alpha)n.$$

结论 3 在零售商主导的商业回购模式下,当 $p\min[D_2(\alpha), Q] + w_1(Q - x)^+ \geq L(Q)(1 + r_f)$ 时,银行存在唯一的最优贷款利率 r^* .

2.2.2 供应商的优化决策分析

供应商在零售商公布其最大订货量之后,决定其最优的批发价格 w^* ,在销售期末,供应商以 w_1 的单位产品回购价格回购零售商的未售出产品,从而使其期望利润达到最大,此时供应商的利润函数为

$$\Pi_s(w) = (w - c)(\alpha n + Q_0 - \beta w) - w_1(Q_0 - \beta w - x)^+. \quad (8)$$

式(8)中,等式右边第一项表示供应商总收入,第二项表示支付给零售商的回购资金.

根据一阶条件,解得

$$w^* = \frac{c\beta + \alpha n + Q_0 + \beta Q_0 w_1/a}{2\beta + w_1\beta^2/a}. \quad (9)$$

由 $\frac{dw^*}{dc} = \frac{\beta}{2\beta + w_1\beta^2/a} > 0, \frac{dw^*}{dQ_0} = \frac{1 + \beta w_1/a}{2\beta + w_1\beta^2/a} > 0$ 可知,当零售商以商业回购模式融资时,供应商的批发价格随单位生产成本 c 、最大潜在订货量 Q_0 的增加而增加.

2.2.3 零售商的优化决策分析

在商业回购模式中,零售商的利润函数为

$$\Pi_R(Q_0) = \int_0^{Q_0 - \beta w} [px + w_1(Q_0 - \beta w - x)]f(x)dx + \int_{Q_0 - \beta w}^a [p(Q_0 - \beta w)]f(x)dx - L(Q)(1 + r_f). \quad (10)$$

式(10)中,等式右边第一项表示市场实际需求 x 小于零售商的实际订货量 $Q_0 - \beta w$ 时零售商的销售收入;第二项表示当市场实际需求 x 大于零售

商的实际订货量 $Q_0 - \beta w$ 时零售商的销售收入;第三项表示零售商银行贷款的期望还款金额. 将式(9)代入式(10)并对 Q_0 求导,可得

$$\Pi'_R(Q_0) = m_3 + \beta m_1 m_4 + 2\beta m_1 m_2 - m_1 - m_2 \alpha n - [m_4(1 - \beta m_2) + 2m_2(1 - \beta m_2)(1 + r_f)] Q_0, \text{ 使其一阶导数为零, 则有}$$

$$Q_0^* = \frac{m_3 + \beta m_1 m_4 + 2\beta m_1 m_2 - m_1 - m_2 \alpha n}{m_4(1 - \beta m_2) + 2m_2(1 - \beta m_2)(1 + r_f)}.$$

供应商最优批发价格为 $w^* = m_1 +$

$$m_2 \frac{m_3 + \beta m_1 m_4 + 2\beta m_1 m_2 - m_1 - m_2 \alpha n}{m_4(1 - \beta m_2) + 2m_2(1 - \beta m_2)(1 + r_f)}.$$

$$\text{其中, } m_1 = \frac{\alpha n + c\beta}{2\beta + w_1\beta^2/a}, m_2 = \frac{1 + \beta w_1/a}{2\beta + w_1\beta^2/a},$$

$$m_3 = p(1 - \beta m_2), m_4 = \frac{(p - w_1)(1 - \beta m_2)}{a}.$$

结论 4 零售商主导的商业回购模式中,供应商的最优批发价格为 w^* ,零售商公布的最优最大订货量为 Q_0^* ,零售商的最优实际订货量为 $Q = Q_0^* - \beta w^*$.

3 算例分析

本节通过数值算例分析比较商业贷款和商业回购两种融资模式下供应链成员的优化决策. 为方便比较,模型的主要参数统一设置为: $n = 100, \alpha = 0.1, c = 6, c_1 = 2, r_f = 0.04, \beta = 2, p = 25, w_1 = 4$.

3.1 两种模式下银行优化决策的对比分析

首先,从银行利润最大化的角度出发,分析两种模式对银行利润的影响,通过数值算例进行仿真分析(如图 1 所示),得到以下推论.

推论 1 银行利润受市场变化的影响,随商品价格的增高和零售商对批发价格的敏感系数的增大而增加;随市场规模和预售折扣率的增大而减少. 对银行而言,商业回购是相对于商业贷款更好的融资模式,可使银行获得更多的期望利润.

推论 1 的现实解释为:商品价格增高使得零售商订货量增加,以及供应商批发价格增高,导致零售商所需的银行贷款额增加,最终增加了银行预期利润;敏感系数增大会使产品批发价格降低,零售商实际订货量增加,导致零售商所需银行贷款增加,提升了银行预期利润;市场规模及预售折扣率增大,导致零售商预售收入增加,零售商所需的银行贷款减少,降低了银行利润. 相对于商业贷款模式,商业回购将会促使零售商订货量增加及批发价格增高,此时零售商需要更多的贷款以满

足订货的需要,因此银行利润更高.

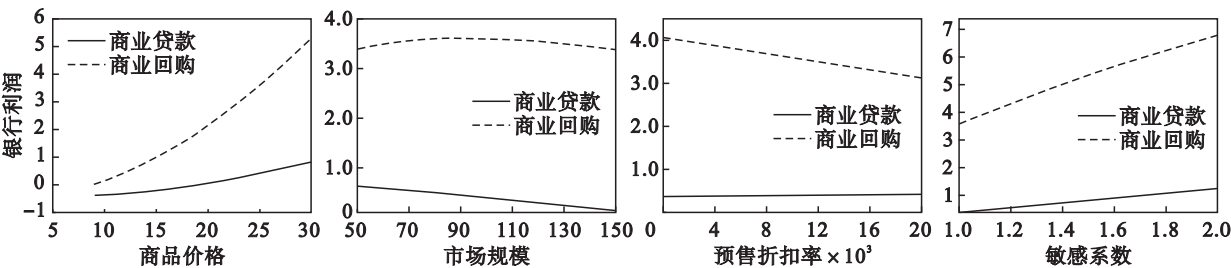


图 1 商品价格、市场规模、预售折扣率和敏感系数对银行利润的影响

Fig. 1 Effects of product price, market scale, discount rate and sensitivity coefficient on profit of a bank

3.2 两种模式下供应商优化决策的对比分析

同理,从供应商利润最大化的角度出发,通过数值算例对供应商的融资决策进行分析(如图 2 所示),得到以下推论.

推论 2 供应商利润在两种模式下随着商品价格增高、潜在市场规模加大、折扣率增高而增加,供应商在商业贷款模式下的利润随零售商敏

感系数增大而降低,而在商业回购模式下的利润随之递增.当商品价格较低、市场规模较大、折扣率较高或敏感系数较小时,供应商应选择商业贷款模式;否则,供应商应选择商业回购模式.

3.3 两种模式下零售商优化决策的对比分析

对零售商的融资决策进行分析(数值结果如图 3 所示),得到以下推论.

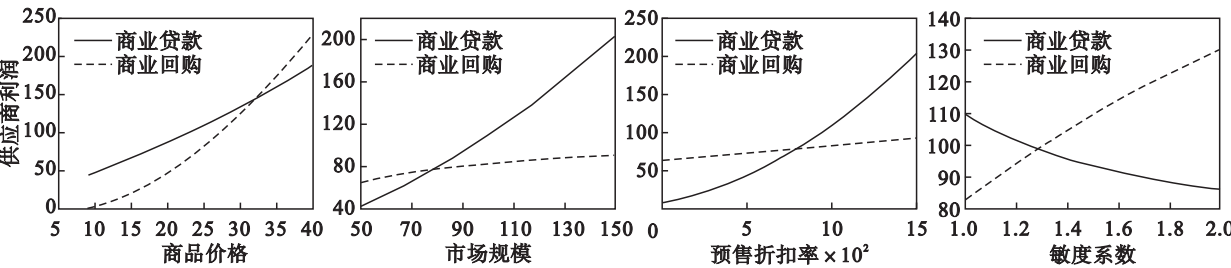


图 2 商品价格、市场规模、预售折扣率和敏感系数对供应商利润的影响

Fig. 2 Effects of product price, market scale, discount rate and sensitivity coefficient on profit of a supplier

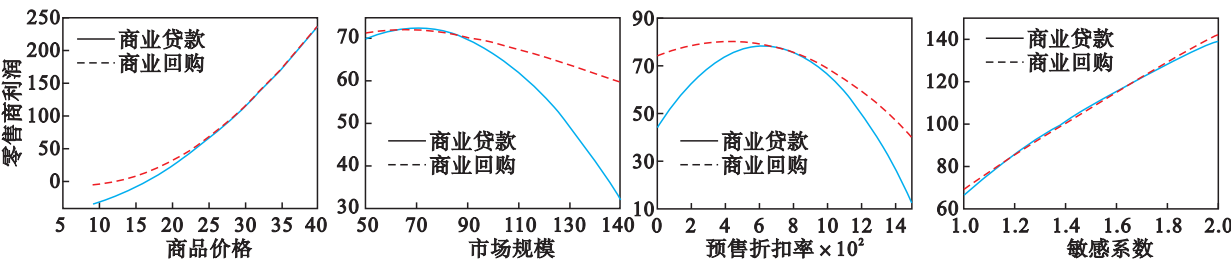


图 3 商品价格、市场规模、预售折扣率和敏感系数对零售商利润的影响

Fig. 3 Effects of product price, market scale, discount rate and sensitivity coefficient on profit of a retailer

推论 3 当零售商的商品价格增高或零售商敏感系数增大时,两种模式下的零售商利润都会增加.当潜在市场规模变大或当折扣率增大时,两种模式下的零售商利润先增加再减少.当价格较高、市场规模适中或敏感系数适中时,零售商应选择商业贷款模式;否则,应选择商业回购模式.

相对于商业贷款,商业回购模式可使银行获得更高利润,因而银行更倾向于商业回购融资模式.

2) 当商品价格较高(较低)、市场规模适度、折扣率适中、敏感系数适中时,零售商应选择商业贷款(商业回购)模式.

3) 当产品价格较高(较低)、市场规模较小(较大)、折扣率较低(较高)、敏感系数较低(较高)时,供应商应选择商业回购(商业贷款)模式.

本文研究结论可为零售商主导的供应链融资决策提供有益的管理启示.

4 结 论

1) 市场环境变化对银行利润产生很大影响,

参考文献：

[1] Gelsomino L M, Mangiaracina R, Perego A, et al. Supply chain finance; a literature review[J]. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 2016, 46(4) : 348 – 366.

[2] Caniato F, Henke M, Zsidisin G A. Supply chain finance: historical foundations, current research, future developments [J]. *Journal of Purchasing and Supply Manufacturing*, 2019, 25(2) : 99 – 104.

[3] Pellegrino R, Costantino N, Tauro D. Supply chain finance: a supply chain-oriented perspective to mitigate commodity risk and pricing volatility[J]. *Journal of Purchasing and Supply Manufacturing*, 2019, 25(2) : 118 – 133.

[4] Gomm M L. Supply chain finance: applying finance theory to supply chain management to enhance finance in supply chains [J]. *International Journal of Logistics: Research and Applications*, 2010, 13(2) : 133 – 142.

[5] Rezapour S, Farahani R Z, Fahimnia B. Competitive closed-loop supply chain network design with price-dependent demands [J]. *Journal of Cleaner Production*, 2015, 93 : 251 – 272.

[6] Guo S, Sen B, Choi T M. A review on supply chain contracts in reverse logistics: supply chain structures and channel leaderships[J]. *Journal of Cleaner Production*, 2017, 144 : 387 – 402.

[7] Gosling J, Jia F, Gong Y, et al. The role of supply chain leadership in the learning of sustainable practice: toward an integrated framework [J]. *Journal of Cleaner Production*, 2016, 137 : 1458 – 1469.

[8] 孙红硕. 零售商主导的供应链回购与收益共享契约综述 [J]. *物流工程与管理*, 2018, 40(8) : 112 – 113.

(Sun Hong-shuo. A review of retailer-led supply chain repurchase and revenue sharing contracts [J]. *Logistics Engineering and Management*, 2018, 40(8) : 112 – 113.)

[9] 刘英, 慕银平. 存在预售和信用融资的三阶段供应链最优策略[J]. *系统管理学报*, 2018, 27(2) : 382 – 392.

(Liu Ying, Mu Yin-ping. Optimization decisions for three-echelon supply chain with early sale and trade credit [J]. *Journal of System & Management*, 2018, 27(2) : 382 – 392.)

[10] Raghavan N R S, Mishra V K. Short-term financing in a cash-constrained supply chain [J]. *International Journal of Production Economics*, 2011, 134(2) : 407 – 412.

[11] 石军, 庄新田, 马春兰, 等. 先票后货融资模式下零售商企业的订货决策[J]. *东北大学学报(自然科学版)*, 2018, 39(2) : 283 – 287.

(Shi Jun, Zhuang Xin-tian, Ma Chun-lan, et al. Retailer enterprises’ order decision with the chattel mortgage after acceptance financing model [J]. *Journal of Northeastern University(Natural Science)*, 2018, 39(2) : 283 – 287.)

[12] 赵亮, 庄新田, 石军. 制造商资金约束下的双渠道供应链协调[J]. *东北大学学报(自然科学版)*, 2018, 39(2) : 288 – 292.

(Zhao Liang, Zhuang Xin-tian, Shi Jun. Dual-channel supply chain coordination with manufacturer’s capital constraint[J]. *Journal of Northeastern University(Natural Science)*, 2018, 39(2) : 288 – 292.)

[13] Cachon G P. The allocation of inventory risk in a supply chain: push, pull, and advance-purchase discount contracts [J]. *Management Science*, 2004, 50(2) : 222 – 238.

[14] Ma S, Li G, Sethi S P, et al. Advance selling in the presence of market power and risk-averse consumers [J]. *Decision Sciences*, 2019, 50(1) : 142 – 169.