

# 基于生产商风险规避行为的三级供应链决策研究

蒋玉婷

广东财经大学 信息学院

DOI:10.12238/ej.v7i2.1308

**[摘要]** 面对日益复杂的全球供应链,生产商们纷纷采用各种风险规避措施来保证供应链的稳定与可靠。为深入探讨核心企业生产商的风险规避行为对供应链决策的影响,本文构建了一个资金约束的零售商和分销商,以及具备充足资金的生产商的三级供应链模型。基于Stackelberg博弈的思想,本文在考虑生产商风险规避行为对供应链金融决策的影响时,运用逆向归纳法对供应链金融模式的运营决策进行了分析。数值仿真结果显示,随着生产商风险规避系数的变化,零售商、分销商的期望效用会随之下降。这说明,随着生产商对风险的审慎回避,供应链中所有成员将承受效用减少带来的不利影响。本文将有助于深入认识供应链融资行为与生产商风险规避行为的内在联系,并可为企业应对复杂多变的经济环境,制定更加灵活、高效的供应链融资策略提供理论指导。

**[关键词]** 供应链; 供应链金融; 供应链管理; 风险规避; Stackelberg博弈

**中图分类号:** C93 **文献标识码:** A

## Research on three-level supply chain decision making based on risk avoidance behavior of manufacturers

Yuting jiang

School of Information Technology, Guangdong University of Finance and Economics

**[Abstract]** In the face of increasingly complex global supply chains and growing uncertainties, manufacturers are adopting various risk mitigation measures to ensure the stability and reliability of their supply chains. In order to further explore the impact of risk-averse behavior of core firm-firm producers on supply chain decision-making, this paper constructs a three-tier supply chain model of retailers and distributors with financial constraints and producers with sufficient funds. Based on the idea of Stackelberg game, this paper uses the reverse induction method to analyze the optimal decision solution of the supply chain finance model when considering the impact of producers' risk aversion behavior on supply chain finance decision-making. The numerical simulation results show that with the change of the manufacturer's risk aversion coefficient, the order quantity, distribution price and wholesale price all fluctuate to varying degrees. At the same time, when the risk aversion coefficient of producers increases, the expected utility of retailers and distributors will also decrease. This suggests that as producers become more risk-averse, all members of the supply chain will suffer the adverse effects of reduced utility. This paper will help to understand the intrinsic relationship between supply chain financing behavior and risk-averse behavior, and provide theoretical guidance for enterprises to cope with the complex and changeable economic environment and formulate more flexible and efficient supply chain financing strategies.

**[Key words]** supply chain; supply chain finance; supply chain management; risk aversion; Steinberg Game

### 引言

目前,中小企业已经成为促进我国经济增长力,对促进我国科技创新、优化经济结构发挥着不可替代的重要作用。但是,由于全球经济一体化所引发的金融危机,很多中小型企业都面临着“融资贵”和“融资难”的困境。与此同时,在市场不稳定、竞争加剧的背景下,生产商作为核心企业,其对风险的敏感度越来越高,为避

免这种风险,往往会采取一系列风险回避措施,以保证供应链的稳定与可靠。然而,这些规避行为同时也会影响到供应链中其他参与方的决策,如分销商和零售商等。因此,在研究供应链问题时,核心企业的风险规避行为也是需要考虑的一个重要因素。

供应链金融通过为资金约束的中小企业提供合适的金融服务,解决其资金问题。供应链金融融资服务主要以多种融资

模式展开，中小企业会根据所处情况的不同选择不同的融资模式，Kouvelis and Zhao指出，在斯塔克伯格博弈条件下，最优均衡是供应商向零售商提供商业信用<sup>[1]</sup>。Chen通过对比贸易信贷和银行融资对零售商运营决策的影响，发现贸易信贷有利于整合渠道<sup>[2]</sup>。方嘉等基于零售商的销售努力构造了供应链模型，对比分析银行贷款和股权融资方式对企业的运营和融资策略的影响，研究发现企业初始资金水平对供应链协调以及运营决策具有重大的影响<sup>[3]</sup>。上述文献主要考虑了资金约束企业选择单一的融资方式，并未考虑到同时使用两种融资方式的研究。燕汝贞等基于供应链融资结构视角下研究了债权和股权融资方式对零售商最优订购策略的影响<sup>[4]</sup>。目前大部分关于供应链融资问题的相关研究大多针对简单地二级供应链开展，都是关于两级供应链上的企业之间贸易信贷，银行与中小企业之间的博弈问题，很少涉及到三级供应链组合融资模式的研究内容。

基于以上问题，本文从风险规避角度出发，通过构建一个三级供应链，探讨上游核心企业生产商的风险规避行为如何影响供应链的融资决策。通过对供应链融资模式下各成员企业运作决策的优化，为中小企业的融资方式的选择提供借鉴，促进相关的业务的发展，在某种程度上缓解了中小企业融资难、融资贵的困境，并对其在实践中的运用具有一定的借鉴意义。

### 1 供应链金融运作流程与融资模型分析

#### 1.1 供应链金融运作流程

本文考虑由单生产商、单分销商和单零售商组成的三级供应链金融模式。处在最下游的资金约束的零售商预估市场需求并通过“初始自有资金+分销商贸易信贷”的组合方式向上游分销商进行订货，获得零售商订货信息的信息商仅持有自身自有资金 $\eta_D$ 与零售商自有资金 $\eta_R$ ，资金不足的分销商通过生产商的信用担保从商业银行处获得供应链金融，然后向生产商支付货款，生产商得到货款后以成本 $c$ 生产商品并以批发 $w_m$ 批发给分销商，分销商进而将产品以分销价 $w_d$ 分销给零售商，零售商再以零售价 $P$ 将产品销往消费市场。

本文研究基于以下假设：(1) 分销商和零售商的订货量均为 $q$ ，零售价 $P$ 与零售商订购量 $q$ 为线性关系，假设 $p = a - bq$ ，其中 $a$ 为消费者市场容量， $b$ 表示产品的价格弹性。假设市场需求 $X$ 服从两点分布，且供应链中产品为单周期产品，不考虑库存影响。(2) 本文同时定义 $\beta$ 为产品销售成功率，即所有产品销售成功的概率为 $\beta$ ，产品销售失败概率为 $1 - \beta$ 。(3) 利用均值-方差理论来度量生产商的风险规避水平，二次效用函数为：

$U(\Pi_j) = E(\Pi_j) - K_m \sqrt{\text{var}(\Pi_j)}$ 。其中 $E(\Pi_j)$ 表示企业 $j$ 的期望收益， $\text{var}(\Pi_j)$ 表示企业 $j$ 的收益方差， $U(\Pi_j)$ 表示企

业 $j$ 的期望效用， $K_m$ 表示生产商的风险规避度，且 $K_m > 0$ ， $K_m$ 越大表示风险规避程度越高。

#### 1.2 供应链金融决策模型

##### 1.2.1 零售商运营决策

在风险规避下供应链金融中，资金约束的零售商向分销商支付自有资金 $\eta_R$ ，并获得分销商提供的贸易信贷 $L_0 = w_d q - \eta_R$ 。

因此零售商的收入为：

$$L_1 = p \min\{q, X\} = \begin{cases} 0, & \text{概率为} 1 - \beta \\ pq, & \text{概率为} \beta \end{cases}$$

支出为

$$L_2 = \eta_R + \min\{L_0, L_1\} = \begin{cases} \eta_R, & \text{概率为} 1 - \beta \\ \eta_R + w_d q - \eta_R = w_d q, & \text{概率为} \beta \end{cases}$$

若假设生产商风险规避，零售商，分销商风险中性，根据假设条件可以得到零售商的效用函数为：

$$U(\Pi_R) = E(\Pi_R) = -(1 - \beta) \eta_R + \beta (pq - w_d q)$$

##### 1.2.2 分销商运营决策

分销商在期初获得零售商自有资金 $\eta_R$ ，并支付 $\eta_R + \eta_D$ 向生产商订货，并在供应链金融模式下获得商业银行的融资额度 $w_m q - \eta_R - \eta_D$ ，期末收到零售商还款，并偿还商业银行贷款本息 $L_3 = (w_m q - \eta_R - \eta_D)(1 + r)$ 。因此

分销商的收入为，

$$L_4 = \eta_R + \min\{L_0, L_1\} = \begin{cases} \eta_R, & \text{概率为} 1 - \beta \\ \eta_R + w_d q - \eta_R = w_d q, & \text{概率为} \beta \end{cases}$$

支出为

$$L_5 = \begin{cases} \eta_R + \eta_D, & \text{概率为} 1 - \beta \\ \eta_R + \eta_D + (w_m q - \eta_R - \eta_D)(1 + r) = w_m q - (\eta_R + \eta_D)r, & \text{概率为} \beta \end{cases}$$

若假设生产商风险规避，零售商，分销商风险中性，根据假设条件可以得到分销商的效用函数为：

$$U(\Pi_D) = E(\Pi_D) = -(1 - \beta) \eta_D + \beta (w_d q - w_m q + (\eta_R + \eta_D)r)$$

##### 1.2.3 生产商运营决策

生产商的生产成本为 $cq$ ，获得分销商提前支付的订货资金 $w_m q$ 及其时间价值 $w_m ql$ ，若分销商无法偿还银行贷款，生产商将为其偿还商业银行的贷款本息 $L_6 = [L_3 - L_1]^+$ 。因此，生

产商期望利润为:

$$E(\Pi_M) = (w_m(1+l) - c)q - (1-\beta)(w_mq - \eta_R - \eta_D)(1+r)$$

若假设生产商风险规避, 零售商, 分销商风险中性, 根据假设条件可以得到生产商的效用函数为:

$$U(\Pi_M) = E(\Pi_M) - K_m \sqrt{\text{var}(\Pi_M)} = (w_m(1+l) - c)q - ((1-\beta) + K_m \sqrt{\beta(1-\beta)})(w_mq - \eta_R - \eta_D)(1+r)$$

通过上述分析, 可以得到供应链上成员企业的最优期望效用分别为:

$$\left\{ \begin{aligned} U(\Pi_R) &= \frac{\beta(a((1+l)-(1+r)((1-\beta)+K_m\sqrt{\beta(1-\beta)}))-c)^2}{64b((1+l)-(1+r)((1-\beta)+K_m\sqrt{\beta(1-\beta)}))^2} \\ U(\Pi_D) &= \frac{\beta(a((1+l)-(1+r)((1-\beta)+K_m\sqrt{\beta(1-\beta)}))-c)^2 - 32b\eta_D(1-\beta)((1+l)-(1+r)((1-\beta)+K_m\sqrt{\beta(1-\beta)}))^2 + 32b\beta(\eta_D + \eta_R)((1+l)-(1+r)((1-\beta)+K_m\sqrt{\beta(1-\beta)}))^2}{32b((1+l)-(1+r)((1-\beta)+K_m\sqrt{\beta(1-\beta)}))^2} \\ U(\Pi_M) &= \frac{(a((1+l)-(1+r)((1-\beta)+K_m\sqrt{\beta(1-\beta)}))-c)^2 + 16b((1+l)-(1+r)((1-\beta)+K_m\sqrt{\beta(1-\beta)}))(\eta_D + \eta_R)((1-\beta)+K_m\sqrt{\beta(1-\beta)})}{16b((1+l)-(1+r)((1-\beta)+K_m\sqrt{\beta(1-\beta)}))} \end{aligned} \right.$$

### 2 灵敏度分析

分析生产商风险规避系数如何影响最优批发价、最优分销价以及最优订购量; 并在此基础上, 进一步分析生产商风险规避系数对供应链成员期望效用的影响。

命题3-1: (i) 均衡决策  $q^*(w_d)$ ,  $w_d^*(w_m)$ ,  $w_m^*$  分别随着生产商风险规避度  $K_m$  增加而下降、上升、上升。(ii) 当零售商和分销商的自有资金均为0且

$c \in (0, a((1+l)-(1+r)((1-\beta)+K_m\sqrt{\beta(1-\beta)})))$  时, 供应链成员期望效用  $U(\Pi_R)$ ,  $U(\Pi_D)$ ,  $U(\Pi_M)$  随着生产商风险规避度  $K_m$  增加而下降。

命题3-1说明, 生产商会随着风险规避系数  $K_m$  的增加而提高批发价, 从而导致分销商也会提高分销价, 进一步导致订货量降低; 同时供应链成员期望效用  $U(\Pi_R)$ ,  $U(\Pi_D)$ ,  $U(\Pi_M)$  随着生产商风险规避度  $K_m$  增加而下降。综上所述, 不同的风险规避系数  $K_m$  会对供应链中的成员企业的决策产生影响, 决策者会根据风险规避系数  $K_m$  的变化做出调整。

### 3 数值仿真

为了验证命题的正确性, 假定参数  $a = 500$ ,  $b = 50$ ,  $r = 0.06$ ,  $l = 0.05$ , 分析生产商风险规避系数 ( $K_m$ ) 对融资模型的影响。

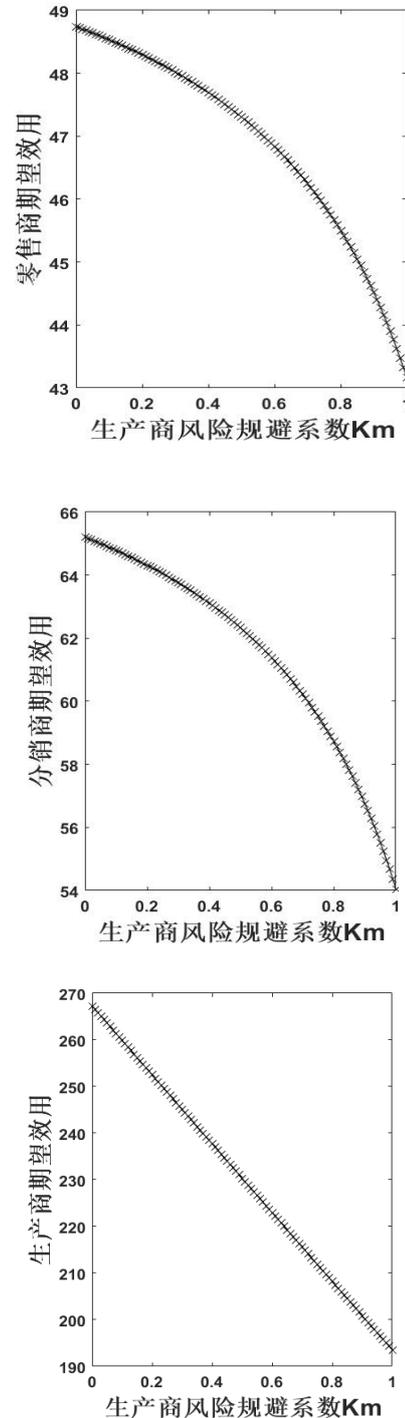


图1 生产商风险规避系数对融资模型的影响 ( $c = 50$ ;

$\eta_R = 10$ ;  $\eta_D = 150$ )

仿真结果表明:当生产商的风险规避系数增大时,零售商、分销商和生产商的期望效用都会下降,这证实了命题3-1。

#### 4 结论与展望

为了更好的分析生产商风险规避行为对供应链金融决策的影响,本文构建一个三级供应链博弈模型,基于Stackelberg博弈思想,根据数值仿真结果,得出以下结论:随着生产商风险规避系数的增加,零售商、分销商和生产商的期望效用均递减。这说明当生产商越谨慎地规避风险时,整个供应链中各成员的效用均受到负面影响。

基于以上结论,得到以下管理启示:(1)在生产商风险规避系数较高的情况下,需要认识到生产商可能采取保守策略,提高批发价。因此,应该在供应链中的其他成员之间进行协调,以平衡价格变化对各方利益的影响。(2)零售商可能面临订购量减少的情况,应该密切关注零售商的需求,并根据市场情况做出相应的决策来确保供应链的稳定运作。

本文的研究针对的是供应链金融,但是随着区块链技术的发展,供应链金融产生了新的业态,进一步研究可以针对区块链技术赋能的供应链金融模式;其次,本文仅仅探讨了生产商的风

险规避行为,未来可以探索更多的风险规避策略和机制,以帮助供应链中的成员更好地管理风险并提高效率,同时可以考虑更多的因素对供应链效用的影响,如市场竞争、供应链中其他成员的行为等,以建立更加全面和现实的模型。

#### 【参考文献】

[1]Jing B, Chen X F, Cai G S. Equilibrium financing in a distribution channel with capital constraint[J]. Production and Operations Management, 2012,21(6):1090-1101.

[2]Chen X F. A model of trade credit in a capital-constrained distribution channel[J]. International Journal of Production Economics, 2015, 159: 347-357.

[3]方嘉,夏雨,杨月明.考虑零售商销售努力的供应链融资决策均衡[J].系统工程与理论,2018,38(01):0135-0145.

[4]燕汝贞,李冉,高伟,吴栩.供应链融资结构视角下的零售商订购策略研究[J].中国管理科学,2019,27(08):162-171.

#### 作者简介:

蒋玉婷(1998--),女,汉族,江西宜春人,硕士研究生,研究方向:供应链金融。