第 6 卷◆第 3 期◆版本 1.0◆2023 年
文章类型：论文|刊号（ISSN）：2630-4759 /（中图刊号）：270GL018

信息不对称条件下闭环供应链融资决策

邹雅萌
广西大学工商管理学院
DOI:10.12238/ej.v6i3.1121

[摘　要] 我国的供应链中的企业经常面临各种各样的决策问题,尤其是融资方面。本文研究了零售商和制造商组成的两层供应链。首先分析不同的信息条件下,各参与方在不同的融资方式下的决策及利润,再进行比较分析,最后得出结论。研究表明：在无风险条件下,批发价更高,回收率更高,零售价更高；除了银行贷款融资情况下,无风险条件下的各参与方利润要更高。
[关键词] 供应链融资；信息不对称；闭环供应链
中图分类号：F038.1　文献标识码：A

Closed-loop Supply Chain Financing Decision Under the Condition of Information Asymmetry

Yameng Zou
School of Business, Guangxi University

[Abstract] Enterprises in China's supply chain are often faced with a variety of decision-making problems, especially in financing. This paper examines a two-tier supply chain, consisting of retailers and manufacturers. First, the decision and profit of each participant in different financing methods are analyzed under different information conditions, and then the comparative analysis is carried out, and finally the conclusion is drawn. The results show that under the risk-free condition, the wholesale price is higher, the recovery rate is higher and the retail price is higher. Except in the case of bank loan financing, the profits of the participants in the risk-free condition are higher.
[Key words] supply chain financing; information asymmetry; closed-loop supply chain

引言

当前,我国的中小企业因为受到疫情的冲击,容易出现资金无法周转、资金链断裂等问题,急需一些为中小企业融资的手段；同时,融资也将面临着一定的风险,有其本身的风险和市场需求的风险,本文主要考虑市场需求的风险[1-2]。随着生活水平的提高,人们也更加愿意购买环保绿色产品[3],因此本文主要考虑其中一个环保措施——回收废旧产品。现有的闭环供应链文献中很少有考虑信息不对称的情况[4-5],而考虑信息条件的文献大部分是单向供应链,因此本文构建了一个在不同信息条件下的闭环供应链。

1 基本假设

本文考虑由一个制造商 M（核心企业）、一个零售商 R 组成的二级供应链系统。以下是本文的基本假设：

假设一本文的市场需求为销售价格的线性函数,即 $q^j = a - bp^j > 0$,为在 j 信息条件下零售价。

假设二在本文的权力结构下,制造商以其强大的核心企业的地位处于Stackelberg博弈的领导者,所以本文只考虑零售商资金短缺情形,零售商初始资金为 B 。

假设三本文制造商不仅作为新产品的制造方,同时为回收产品并再制造的回收方,同时消费者对于再制造产品的接受度与新产品相同。新产品的单位生产成本为c,再制造产品的单位生产成本为s,废旧产品回收价为m,废旧产品的回收率为r。制造商的回收成本与回收率及销售量有关,即 $C(r) = kr^2 + mrq, k$,为回收规模,其中 $k > 0, F = c - s - m > 0$ 。

假设四零售商的决策变量为零售价 p^j ,制造商的决策变量为批发价 w^j 及回收率。内部融资时制造商提供的融资利率为 θ_1 ,外部融资时银行提供的融资利率为 θ_2 。制造商与零售商基于自身利润最大化分散决策, π_M^j 为制造商利润, π_R^j 为零售商利润, π^j 为供应链总利润,为了保证最后结果有效, $8k - b(c - s - m)^2(1 + \theta_i) > 0, i = 1,2$ 。

Copyright © This work is licensed under a Commons Attibution-Non Commercial 4.0 International License.

文章类型：论文|刊号（ISSN）：2630-4759 /（中图刊号）：270GL018

2 信息对称条件下融资决策分析

2.1无资金约束

制造商和零售商在完全信息下，根据Stackelberg博弈模型，制造商作为核心企业首先决定批发价格与回收率，零售商作为追随者，在制造商给定批发价格及回收率的情况下制定零售价格。在无资金约束的情况下，零售商不需要考虑资金短缺的问题，因此可得各参与方利润函数为：

$$\pi_M^N=[w-c+r(c-s-m)](a-bp)-kr^2 \quad (3\text{-}1)$$

$$\pi_R^N=(p-w)(a-bp) \quad (3\text{-}2)$$

命题1：由逆向归纳法可得各参与方最佳决策：

$$W^N=\frac{4k(a+bc)-ab(c-s-m)^2}{b[8k-b(c-s-m)^2]},r^N=\frac{(c-s-m)(a-bc)}{8k-b(c-s-m)^2},$$

$$p^N=\frac{2k(3a+bc)-ab(c-s-m)^2}{b[8k-b(c-s-m)^2]}$$

带入利润函数可得：

$$\pi_M^N=\frac{k(a-bc)^2}{b[8k-b(c-s-m)^2]}$$

$$\pi_R^N=\frac{4k^2(a-bc)^2}{b[8k-b(c-s-m)^2]^2}$$

2.2零售商采用内部融资方式

实际上，零售商作为中小企业总是存在资金不足的情况，零售商可以通过制造商进行内部融资，零售商通过“延迟支付”的方式进行订货，向制造商支付初始资金B并形成应付账款 $w_1^N q_1^N-B$，设制造商的内部融资利率为 θ_1。根据Stackelberg博弈模型，制造商首先制定批发价与回收率，零售商再制定零售价。零售商根据市场需求制定采购计划并将订单提交给制造商，但零售商自有资金无法覆盖批发成本，因此采用延迟支付的方式进行融资，因此可得各方参与者的利润函数为：

$$\pi_{M1}^N=[w-c+r(c-s-m)](a-bp)-kr^2+(wq-B)\theta_1 \quad (3\text{-}3)$$

$$\pi_{R1}^N=(p-w)(a-bp)-(wq-B)\theta_1 \quad (3\text{-}4)$$

命题2：根据逆向归纳法可得各参与方最佳决策：

$$w_1^N=\frac{4k(a+bc)-ab(c-s-m)^2}{b(1+\theta_1)[8k-b(c-s-m)^2]},r_1^N=\frac{(c-s-m)(a-bc)}{8k-b(c-s-m)^2},p_1^N$$

$$=\frac{2k(3a+bc)-ab(c-s-m)^2}{b[8k-b(c-s-m)^2]}$$

带入利润函数可得：

$$\pi_{M1}^N=\frac{k(a-bc)^2}{b[8k-b(c-s-m)^2]}-B\theta_1$$

$$\pi_{R1}^N=\frac{4k^2(a-bc)^2}{b[8k-b(c-s-m)^2]^2}+B\theta_1$$

在完全信息无风险条件下，零售商采用内部融资时，制造商制定的批发价 w_1^N 随着制造商给出的融资利率的增大而减小，回收率与零售价均不受其影响。$\pi_{M1}^N<\pi_M^N$，$\pi_{R1}^N>\pi_R^N$，但供应链的总利润 $\pi_1^N=\pi^N$，这表明，在内部融资时，一部分风险从零售商转移到制造商，从而使得制造商利润下降，零售商利润上升，而总利润保持不变。

2.3零售商采用外部融资方式

由于制造商企业内部融资可能获利减少，因此不愿为零售商提供内部融资，此时零售商可以通过银行贷款来进行外部融资。根据Stackelberg博弈模型，制造商首先制定回收率及批发价，零售商据此制定零售价，并向制造商发送订单，但零售商的自有资金无法覆盖批发成本，因此零售商选择采用银行贷款来进行订单支付，银行贷款利率为待销售期结束后偿还欠款。由此，可得各参与方利润函数为：

$$\pi_{M2}^N=[w-c+r(c-s-m)](a-bp)-kr^2 \quad (3\text{-}5)$$

$$\pi_{R2}^N=(p-w)(a-bp)-(wq-B)\theta_2 \quad (3\text{-}6)$$

命题3：根据逆向归纳法可得各参与方最佳决策为：

$$w_2^N=\frac{4k[a+bc(1+\theta_2)]-ab(1+\theta_2)(c-s-m)^2}{b(1+\theta_2)[8k-b(1+\theta_2)(c-s-m)^2]},r_2^N$$

$$=\frac{(c-s-m)[a-bc(1+\theta_2)]}{8k-b(1+\theta_2)(c-s-m)^2},p_1^N=\frac{2k[3a+bc(1+\theta_2)]-ab(1+\theta_2)(c-s-m)^2}{b[8k-b(1+\theta_2)(c-s-m)^2]}$$

带入利润函数可得：

$$\pi_{M2}^N=\frac{k[a-bc(1+\theta_2)]^2}{b(1+\theta_2)[8k-b(1+\theta_2)(c-s-m)^2]}$$

$$\pi_{R1}^N=\frac{4k^2[a-bc(1+\theta_2)]^2}{b[8k-b(1+\theta_2)(c-s-m)^2]^2}+B\theta_2$$

Copyright © This work is licensed under a Commons Attibution-Non Commercial 4.0 International License.

定理1：(1)当 $8kc > a(c-s-m)^2$ 时，$p_2^N > p_1^N = p^N$ ；当 $8kc < a(c-s-m)^2$ 时，$p_2^N < p_1^N = p^N$ 。

(2)当 $bc < a < \frac{64k^2}{bF^2} - \frac{16k}{F} + b + bc$ 且，$0 < \theta < \frac{F(a-bc)}{8k-bF}$ 或者 $a > \frac{64k^2}{bF^2} - \frac{16k}{F} + b + bc$ 且 $0 < \theta < \frac{8k}{bF} - 1$ 时，$r_2^N > r_1^N = r^N$ ；当 $\frac{8ck}{F} < a < \frac{64k^2}{bF^2} - \frac{16k}{F} + b + bc$ 且，$\frac{(a-bc)F}{8k-bF} < \theta < \frac{8k}{bF} - 1$ 或者 $bc < a < \frac{8ck}{F}$ 且，$0 < \theta < \frac{a}{bc} - 1$ 或者 $a > \frac{8ck}{F}$ 且 $0 < \theta < \frac{8k}{bF} - 1$ 时，$r_2^N > r_1^N = r^N$ 。

(3) $w_1^N < w^N$ ，w_2^N 大小无法确定。

定理1表明，当回收规模较大时，此时回收规模所带来回收成本超过了回收产品所减少的原材料成本，当内部融资时，风险只是在供应链内部产生了转移，当外部融资时，风险转移给了外部银行，因此零售商与制造商回收产品的意愿就会增强，所以回收成本也随之提高，零售价也随之增加。

3 信息不对称条件下融资决策分析

假设真实的市场需求规模 a ，因为零售商更加靠近消费市场，信息来源更加直接明确，因此可以准确知道市场规模为 a ；而制造商由于不能直接接触消费市场，间接的消息来源便具有一定误差，因此制造商只知道市场需求为 a_x，是一个随机变量，且制造商只知道 $a_x \in [a_l, a_h]$ 。在信息不对称条件下，假设制造商在决策时依据极大极小准则在最差的市场需求规模下寻求使得自身利润最大的回收率和批发价格决策。

3.1无资金约束

在信息不对称条件下，制造商和零售商分散决策，均追求自身利润最大化，制造商作为领导者首先决定回收率和批发价格，随后零售商决定零售价格。此时，制造商的决策模型为：

$$\max_{r,w} \min_{a_x} \pi_M^A = [w - c + r(c-s-m)](a_x - bp) - kr^2 \quad (4\text{-}1)$$

$$\text{s.t. } a_x \in [a_l, a_h]$$

由于零售商能够掌握准确的市场需求信息，因此其决策模型与完全信息无风险下一致，仍为模型(3-2)。

命题4：可以求得制造商的最佳决策为：

$$w^A = \frac{4k(a_h + bc) - a_h b(c-s-m)^2}{b[8k - b(c-s-m)^2]}, \quad r^A = \frac{(a_h - bc)(c-s-m)}{8k - b(c-s-m)^2},$$

$$p^A = \frac{a}{2b} + \frac{4k(a_h + bc) - a_h b(c-s-m)^2}{2b[8k - b(c-s-m)^2]}$$

带入利润函数得：

$$\pi_M^A = \frac{k(a_h - bc)(3a_h - 2a - bc)}{b[8k - b(c-s-m)^2]}$$

$$\pi_R^A = \frac{[4k(2a - a_h - bc) - b(a - a_h)(c-s-m)^2]^2}{4b[8k - b(c-s-m)^2]^2}$$

3.2零售商采用内部融资方式

在信息不对称的情况下，且零售商资金短缺，无法承担批发产品带来的成本，此时采用制造商内部融资方式来缓解资金短缺压力。在信息不对称条件下，制造商首先决定产品回收率和批发价格，随后零售商决定零售价格。此时，零售商的决策模型为式(3-4)，制造商的决策模型为：

$$\max_{r,w} \min_{a_x} \pi_{M1}^A = [w - c + r(c-s-m)](a_x - bp) - kr^2 + (wq - B)\theta \quad (4\text{-}2)$$

$$\text{s.t. } a_x \in [a_l, a_h]$$

命题5：同上解法可得各参与方最佳决策为：

$$w_1^A = \frac{4k(a_h + bc) - a_h b(c-s-m)^2}{b(1+\theta_1)[8k - b(c-s-m)^2]},$$

$$r_1^A = \frac{(a_h - bc)(c-s-m)}{8k - b(c-s-m)^2},$$

$$p_2^A = \frac{a}{2b} + \frac{4k(a_h + bc) - a_h b(c-s-m)^2}{2b[8k - b(c-s-m)^2]}$$

带入利润函数可得：

$$\pi_{M1}^A = \frac{k(a_h - bc)(3a_h - 2a - bc)}{b[8k - b(c-s-m)^2]} - B\theta_1$$

$$\pi_{R1}^A = \frac{[4k(2a - a_h - bc) - b(a - a_h)(c-s-m)^2]^2}{4b[8k - b(c-s-m)^2]^2} + B\theta_1$$

3.3零售商采用外部融资方式

当零售商资金短缺时，也可以采用银行贷款方式进行外部融资。根据Stackelberg博弈模型，制造商先决定产品回收率和批发价格，随后零售商决定零售价格。此时，零售商的决策模型为式(3-6)，制造商的决策模型为式(4-1)。

命题6：根据同上解法各参与方最佳决策为：

Copyright © This work is licensed under a Commons Attibution-Non Commercial 4.0 International License.

$$w_2^A=\frac{4k[a_h+bc(1+\theta_2)]-a_hb(1+\theta_2)(c-s-m)^2}{b(1+\theta_2)[8k-b(1+\theta_2)(c-s-m)^2]}\ ,$$

$$r_2^A=\frac{[a_h-bc(1+\theta_2)](c-s-m)}{8k-b(1+\theta_2)(c-s-m)^2}\ ,$$

$$p_2^A=\frac{a}{2b}+\frac{4k[a_h+bc(1+\theta_2)]-a_hb(1+\theta_2)(c-s-m)^2}{2b[8k-b(1+\theta_2)(c-s-m)^2]}。$$

带入利润函数可得：

$$\pi_{M2}^A=\frac{k[a_h-bc(1+\theta_2)][3a_h-2a-bc(1+\theta_2)]}{b(1+\theta_2)[8k-b(1+\theta_2)(c-s-m)^2]}$$

$$\pi_{R2}^A=\frac{[4k(2a-a_h-bc(1+\theta_2))-b(1+\theta)(a-a_h)(c-s-m)^2]^2}{4b[8k-b(1+\theta)(c-s-m)^2]^2}+B\theta_2$$

定理2：(1) 当 $0<aF<8kc$ 且 $0<\theta<\frac{a}{bc}-1$ 时，；当 $p_2^A>p_1^A=p^A$ 且 $0<\theta<\frac{8k}{bF}-1$ 时，$p_2^A<p_1^A=p^A$ 。

(2) 当 $bc<a_h<\frac{64k^2}{bF^2}-\frac{16k}{F}+b+bc$ 且 $0<\theta<\frac{F(a_h-bc)}{8k-bF}$ ，或者 $a_h>\frac{64k^2}{bF^2}-\frac{16k}{F}+b+bc$ 且 $0<\theta<\frac{8k}{bF}-1$ 时，$r_2^N>r_1^N=r^N$；当 $\frac{8ck}{F}<a_h<\frac{64k^2}{bF^2}-\frac{16k}{F}+b+bc$ 且 $\frac{(a_h-bc)F}{8k-bF}<\theta<\frac{8k}{bF}-1$ ，或者 $bc<a_h<\frac{8ck}{F}$ 且 $0<\theta<\frac{a}{bc}-1$ ，或者 $a_h>\frac{8ck}{F}$ 且 $0<\theta<\frac{8k}{bF}-1$ 时，$r_2^N>r_1^N=r^N$ 。

定理3：(1) $p^A<p^N, r^A<r^N$，$w^A<w^N$ ；

(2) $p_1^A<p_1^N$，$r_1^A<r_1^N$，$w_1^A<w_1^N$ ；

(3) $p_2^A<p_2^N, r_2^A<r_2^N, w_2^A<w_2^N$ 。

(4) $\pi_{M1}^A<\pi_{M1}^N, \pi_M^A<\pi_M^N, \pi_{M2}^A$，$\pi_{M2}^N$，与无法确定。

(5) $\pi_{R1}^A<\pi_{R1}^N, \pi_R^A<\pi_R^N, \pi_{R2}^A$ ，π_{R2}^N，与无法确定。

观察不对称信息风险下的博弈结果可以发现，制造商、零售商的最优决策和最大利润只与 a_h 有关，下限 a_h 越小，$a-a_h$ 越大，意味着制造商间接了解的市场需求信息越模糊，两参与方之间的信息不对称越大。因此，信息不对称的程度的大小可以用表示 a_h，越小 a_h，信息不对称的程度越大；a_h 越大，信息不对称的程度越小。

4 结论

本文构建了一个由制造商和零售商组成的二层供应链，同时考虑零售商的融资方式，在完全信息和不对称信息这两种条件下，各参与方进行Stackelberg博弈，分别给出了三种融资情形下的最优决策，进而通过对比分析定价决策以及供应链各成员利润的影响，为不同信息条件下的供应链融资提供建议。本文得出两点结论：第一，同样的信息条件下，比较分析不同的融资方式，发现零售商的决策对供应链企业利润的影响因市场需求风险的不同而不同。第二，相同的融资方式，不同信息条件之间的决策进行对比分析，市场需求风险会使供应链成员无论在何种融资方式下决策均趋于保守。

[参考文献]

[1]楼振凯,楼旭明,侯福均,等.不确定需求下二级供应链中的鲁棒定价问题[J].中国管理科学,2022,30(11):95-104.

[2]米力阳,尚春燕,邱若臻.考虑成长型企业风险偏好的闭环供应链融资模式[J].工业工程,2023,26(02):20-30.

[3]周宏春,史作廷.双碳导向下的绿色消费：内涵、传导机制和对策建议[J].中国科学院院刊,2022,37(02):188-196.

[4]黄彦丽,尚春燕,米力阳.废旧产品回收再制造供应链决策与协调研究——基于纵向持股的投资分析价格理论与实践[J].价格理论与实践,2022,(07):94-98.

[5]孙嘉轶,李洁,姚锋敏.回收商资金约束的电商闭环供应链融资策略研究[J].系统科学与数学,2023,43(03):757-779.

作者简介：

邹雅萌(1998--),女,汉族,山东省潍坊市人,在读研究生,广西大学工商管理学院,研究方向：技术经济及管理。

Copyright © This work is licensed under a Commons Attibution-Non Commercial 4.0 International License.