

# 集成供应链下财务困境的传递及控制决策模型

李丽君, 刘 杰, 袁知柱

(东北大学 工商管理学院, 辽宁 沈阳 110819)

**摘 要:** 供应链模式越来越成为市场中主要的竞争模式,当链条上某一企业发生财务困境会以订货量等为载体向链条其他节点传递,可能导致整个链条陷入财务困境.在单一制造商和零售商组成的两级供应链中,考虑企业的努力收益及努力成本,描述了财务困境由零售商向制造商传递的过程,探讨了采用集中决策机制时不同情形下制造商的决策行为.研究表明,零售商困境值处于一定范围内双方仍会采用集中决策机制;当困境较严重时,制造商会改变决策目标或者解除战略伙伴关系以避免困境的传递.最后通过算例对决策模型进行了具体应用,验证了模型的适用性.

**关 键 词:** 财务困境;传递过程;决策模型;供应链;集中决策

中图分类号: F 270

文献标志码: A

文章编号: 1005-3026(2016)01-0148-05

## Decision Model for Transmission and Control of Financial Distress Under the Centralized Supply Chain

LI Li-jun, LIU Jie, YUAN Zhi-zhu

(School of Business Administration, Northeastern University, Shenyang 110819, China. Corresponding author: LI Li-jun, E-mail: ljli@mail.neu.edu.cn)

**Abstract:** Supply chain has increasingly become a main mode of competition in the market. Once a retailer in the supply chain falls into financial distress, it will be passed on to others by quantity of goods, which may lead to a distress of the whole supply chain. In a two-stage supply chain with a single manufacturer and retailer, based on the business effort level and effort cost, the process of how financial distress goes from the retailer to the manufacturer was described and the manufacturer's decision-making under the centralized financial distress was explored under various contexts. The results showed that in the case of lighter distress, both the manufacturer and the retailer tend to adopt the centralized decision-making, and in a severe predicament, the manufacturer should change decisions or cancel strategic partnership to prevent the transmission of financial distress. Finally, an example is given to illustrate the specific application of the decision model and verify its feasibility.

**Key words:** financial distress; transmission; decision model; supply chain; centralized decisionmaking

财务困境描述的是企业低现金流的状态,这种财务状态会恶化企业的财务状况,是企业最终走向破产的重要原因. Lau 根据严重程度将企业财务状况分为 5 个不同状态,从取消或减少股利到处于破产法保护下都被定义为处于财务困境状态,并且其严重性逐渐增加<sup>[1]</sup>.

国内外学者对企业财务困境作了许多研究,

主要集中在财务困境的预测方面<sup>[2-5]</sup>. 也有一些学者研究了财务困境的成本及传递问题. 徐晓燕等<sup>[6-7]</sup>从运作的角度分析了零售商发生财务困境对上游企业的影响,结合决策行为分析了财务困境的传递特征; Sun<sup>[8]</sup>、Zhong 等<sup>[9]</sup>研究了基于供应链契约的财务困境传递机制和不同协作机制对传递风险的影响; 丁胡送则研究了不同协作方式

收稿日期: 2015-01-16

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(71202153); 辽宁省教育厅人文社会科学研究项目(W2014047); 辽宁省哲学社会科学规划基金资助项目(L08DJY120).

作者简介: 李丽君(1972-),女,内蒙古满洲里人,东北大学副教授.

对财务困境传递的影响<sup>[10]</sup>.

现有关于财务困境的研究集中于建立某一企业的预警体系,从供应链运作方面进行财务困境传递研究的文献较少,尤其缺少从集成供应链角度研究财务困境的文献.集成供应链由若干个有供需关系的企业组成,通过建立长期合作的战略伙伴关系共享信息,形成统一的决策主体,从而避免双边际效应.由于集成供应链的特点,企业的主要客户相对固定,资金依赖性较强,如果链条一个节点企业发生财务困境很可能导致整个链条的瘫痪,因而研究集成供应链下企业如何避免困境传递具有实际意义.本文基于集成供应链的视角,在现有文献研究的基础上,针对由生产商和零售商组成的两级供应链研究了财务困境的传递及控制决策模型.

## 1 符号及收益函数确定

在集成供应链系统下,供应链成员之间是一种合作关系,采取集中控制,以供应链整体收益最大为目标共同确定产品最优订购量<sup>[11]</sup>.在由制造商  $m$  和零售商  $r$  两个企业组成的集成供应链中,根据产品性质将产品销售周期分成如图 1 所示的若干个相等的时间段,每个销售期一般为一个月.

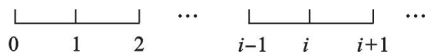


图 1 零售商产品销售阶段图

Fig. 1 Chart of retailer's product sales stage

零售商每个销售期期初( $i-1$ 时刻)订购一次,销售期结束后( $i$ 时刻)付货款;零售商销售商品的现金在销售期末全部收回,不存在应收账款;在不考虑道德风险的情况下,零售商将以当期的全部销售收入偿还当期和以前累计期间的应付账款.

用  $Q$  表示每期的产品订货量,则  $S(Q, e)$  为给定订购量和努力水平下的期望销售量,并且  $c_m$  为制造商的单位变动成本,  $c_r$  为零售商的单位变动成本,  $\omega$  为制造商给零售商的单位批发价格,  $p$  为零售商的单位销售价格,  $g(e)$  为零售商的努力成本(通常情况下满足:  $g(0) = 0$ ,  $g'(e) > 0$ ,  $g''(e) > 0$ ),则供应链整体的预计利润可以表示为

$$\pi_t(Q, e) = pS(Q, e) - (c_m + c_r)Q - g(e). \quad (1)$$

零售商的预计利润和经营性净现金流量分别为

$$\pi_r(Q, e) = (p - \omega)S(Q, e) - c_rQ - g(e), \quad (2)$$

$$R_r(Q, e) = pS(Q, e) - (c_r + \omega)Q - g(e). \quad (3)$$

不考虑制造商的存货,制造商的预计利润和

预计经营性净现金流量相等,即

$$\pi_m(Q, e) = R_m(Q, e) = (\omega - c_m)Q. \quad (4)$$

## 2 零售商部分债务违约决策模型

在正常经营状态时,每一销售阶段初制造商和零售商均根据最优的 $(Q^*, e^*)$ 进行决策.零售商在  $i-1 \sim i$  销售阶段如果由于资金管理技术性问题出现了财务困境,在  $t=i$  时刻实际的经营性净现金流量小于预期经营性净现金流量,则不能全部偿还制造商的应付账款,出现拖欠账款的金额为  $D$ ,并且影响到下一销售阶段的销售能力和偿付能力.制造商在  $t=i$  时刻如果没有收回足够的货款,导致经营性现金流量减少,进而影响到生产经营和偿债能力,很可能在以后的销售周期也发生财务困境.在第  $i+1$  期期初,制造商和零售商均会考虑困境的严重程度后决定是否继续保持战略合作关系,对自己的决策目标做出适当调整,以控制和解除财务困境.

第  $i$  销售阶段末,如果零售商拖欠的货款数  $D$  较小,预计经过一个或几个销售周期后生产经营获得的经营性净现金流量  $R^*$  完全可以偿付,且制造商更换合作伙伴成本较高,则制造商一般依旧会选择保持集成供应链的模式继续运营.供应链双方第  $i+1$  期末的决策目标为  $\max \pi_t(Q, e)$ .

令  $e^*$  为给定订购量下的最优努力水平,则整体利润最大条件下,可以得到

$$(p - c_r - c_m) \frac{\partial S(Q^*, e^*)}{\partial e} - g'(e^*) = 0. \quad (5)$$

令  $Q^*$  为给定努力因素下的最优订货量,同理可得

$$(p - c_m - c_r) - pF(Q^* | e) = 0. \quad (6)$$

用  $X$  表示市场需求量,努力因素  $e$  对产品需求的影响为

$$X = y(e) + \xi,$$

其中  $\xi$  为随机变量.由于努力因素对于市场需求的影响是边际效应递减的,  $y(e)$  是关于努力因素的单调递增的凹函数,可以看作  $y(e) = Me$ ,  $M$  为大于 0 的常数,表示销量受到努力因素影响的程度大小<sup>[12]</sup>.产品需求量  $X$  对应的概率密度函数和需求分布函数分别为  $f(x|e)$  和  $F(x|e)$ ,其中  $F(x|e)$  连续可微且严格递增,则有

$$\begin{aligned} f(x|e) &= f(x - y(e)); F(x|e) = F(x - y(e)). \\ S(Q, e) &= E \min(Q, x|e) = Q - \int_0^Q F(x|e) dx = \\ &= Q - \int_{y(e)}^Q F(x - y(e)) dx. \end{aligned} \quad (7)$$

此时,  $F(Q|e) = F(Q - y(e))$ , 则式(6)变为

$$(p - c_m - c_r) - pF(Q^* - y(e)) = 0,$$

$$\text{解得 } Q^* = y(e) + F^{-1}\left(1 - \frac{c_r + c_m}{p}\right).$$

在一般产品销售中, 通常令  $g(e) = e^2/2^{[12]}$ . 在  $\xi$  为随机变量并服从均匀分布  $U(A, B)$  时,  $F(x|e) = \frac{x - y(e) - A}{B - A}$ . 则可得到最优订货量:

$$Q^* = Me + A + (B - A)\left(1 - \frac{c_r + c_m}{p}\right). \text{ 由一阶条件}$$

$$\text{可得出最优的努力因素: } e^* = M(p - c_m - c_r).$$

可以看出集中决策下最优决策只和订货量有关, 内部交易价格  $\omega$  相当于利润调节变量. 因此  $\omega^*$  可在一个区间内变动, 并且在这个区间上满足供应链双方的利润均不小于分散决策下的最优利润.

此种情形下, 在第  $i + 1$  个销售阶段结束后, 零售商偿还完当期贷款的净现金流量  $R^*$  完全可以偿付  $D$ , 零售商将完全解除财务困境, 制造商如果经营状况良好, 则不会发生财务困境. 制造商和零售商在第  $i + 1$  期后均不会受财务困境的影响, 不必改变最优决策, 供应链自身的调节就可以完全解除财务困境.

### 3 零售商完全债务违约决策模型

第  $i$  销售阶段末, 零售商如果财务困境数额较大, 预计按照上一期的决策方案进行经营获得的现金流不足以偿还到期债务, 则零售商处于完全债务违约状态. 此时制造商应根据自身财务状况确定对自己最有利的决策方案, 可能会选择适当提高批发价格; 当更换合作企业的成本低或预计零售商已濒临破产清算, 也有可能解除合作关系.

#### 3.1 制造商保持合作关系时决策模型

如果制造商更换战略合作伙伴成本较高, 且自身财务状况良好, 则会考虑继续保持合作关系, 双方依然共同遵循供应链整体利润最大化的目标. 此时, 零售商迫切需要增加销量来提高资金回流, 制造商更加处于决策的主导地位, 为了在第  $i + 1$  期末收回更多的资金完成自身资金周转, 制造商制定交易价格时应保证零售商利润不小于分散决策时的利润, 最大程度地提高单位批发价格  $\omega^*$ .

以  $\max \pi_i(Q, e)$  为决策目标, 可以得到与前面相同的最优努力和订货量. 设定第  $i - 1$  期制定的单位批发价格为  $\omega_{i-1}^*$ , 分散决策下零售商的最

大利润为  $\Pi_{rd}^*$ . 则制定第  $i$  期最优批发价格  $\omega^*$  的约束条件为  $\omega^* \geq \omega_{i-1}^*$ ,  $\Pi_i^* \geq \Pi_{rd}^*$ ,  $\pi_r(Q, e) = (p - \omega)S(Q, e) - c_r Q - g(e) \geq \pi_{rd}^*$ .

因此  $\omega^*$  的区间为  $[\omega_{i-1}^*, \frac{pS(Q^*, e^*) - g(e^*) - \pi_{rd}^*}{Q^*}]$ .

此时可以看到, 零售商对制造商的资金流影响不大时, 制造商不会帮助零售商缓解困境, 反而可能会以提高价格的方式避免零售商困境的传递. 零售商在支付本期贷款后剩余的净现金流入可以部分偿还  $D$ , 缓解了部分财务困境, 剩余部分应付账款  $D'$  在下期偿还, 在第  $i + 2$  期期初, 双方会根据  $D'$  的大小重新决策.

#### 3.2 制造商解除合作关系时决策模型

如果制造商更换战略合作伙伴成本较低, 或预计零售商困境数额巨大已濒临破产清算, 一般会考虑解除合作关系. 则在第  $i + 1$  销售期初零售商以自身现金净流量最大化为决策目标. 制造商如果不急于收回资金, 则仍以自身利润最大为决策目标. 根据努力程度和订货量的一阶条件可以得到

$$(p - \omega - c_r) \frac{\delta S(Q^*, e^*)}{\delta e} - g'(e^*) = 0, \quad (8)$$

$$(p - \omega - c_r) - pF(Q^*|e) = 0. \quad (9)$$

则  $e^* = M(p - \omega - c_r)$ ,

$$Q^* = Me^* + A + (B - A)\left(1 - \frac{\omega + c_r}{p}\right).$$

此时订货量  $Q^*$  是  $\omega$  的减函数, 将其代入制造商期望利润中, 由一阶条件解得

$$\omega^* = \frac{c_m - c_r}{2} + \frac{M^2 p + B}{2M^2 + \frac{2(B - A)}{p}}.$$

将  $\omega^*$  代入式(8)和式(9)可以得到此种情形下的最优解.

如果制造商资金管理紧张, 急于收回零售商所欠的贷款来偿还自身将要到期的债务, 则会考虑以自身第  $i + 1$  期收到的资金最多为决策目标. 由于零售商预计无法完全偿还  $D$ , 因此将以全部经营性现金净流量偿还. 在制造商占优的动态博弈下, 分别有

$$e^* = M(p - \omega - c_r),$$

$$Q^* = Me^* + A + (B - A)\left(1 - \frac{\omega + c_r}{p}\right).$$

将  $Q^*$  代入目标函数, 由一阶条件得  $\omega^* = c_m$ . 此时批发价格等于制造商的单位成本, 制造商本期的利润为零. 可以看出: 制造商为了尽快收回



款项把几乎全部利润都让给了零售商,双方为获取最大的现金流达成了合作;零售商将以自己本期全部经营性净现金流量偿还部分  $D$ ,剩余了  $D'$  没有偿还,缓解了部分财务困境;制造商则以牺牲本期利润为代价,收到了最大额度的现金流来偿还自身的债务;制造商第  $i+1$  期期末是否会发生财务困境取决于其自身的经营和资金状况,在第  $i+2$  期期初,制造商和零售商将根据  $D'$  的大小重新选取决策目标。

4 算例分析

为了对模型的应用进行说明,设定有关的决策参数如下:零售商单位销售价格  $p=25$ ,制造商单位成本为 5,零售商的单位成本为 2,努力因素对销量的影响系数  $M=2$ ;此时  $y(e)=2e$ , $\xi$  在区间  $[50,100]$  上服从均匀分布,易知:

$$f(\xi)=1/50, F(\xi)=(\xi-50)/50,$$
$$F^{-1}(\xi)=50+50\xi.$$

零售商部分债务违约情况下,集中决策下的最优解为  $e^*=M(p-c_m-c_r)=36$ ,

$$Q^*=Me+A+(B-A)(1-\frac{c_r+c_m}{p})=158,$$

$$S(Q,e)=Q-\int_{y(e)}^Q F(x-y(e))dx=158-13=145.$$

由于分散决策下的制造商最优期望利润为 1 032,零售商的期望利润和现金流量分别为 816,576,因此使得双方都同意建立集中决策机制的区间  $\omega^*$  应该满足:

$$\begin{cases} \pi_r(Q,e)=(p-\omega)S(Q,e)-c_rQ-g(e)=816, \\ \pi_m(Q,e)=(\omega-c_m)Q\geq 1\,032. \end{cases}$$

解得  $\omega^*$  的区间为  $[11.53,15.20]$ ,制造商和零售商会根据决策地位在此区间内选择合适的单位批发价格。

如果零售商财务困境严重,预计获得的净现金流量不能完全偿还  $D$ ,则零售商处于完全违约状态.此时会出现以下三种可能的情形,即,情形 1:制造商选择保持合作关系;情形 2:制造商解除合作关系但不急于收回资金;情形 3:制造商解除合作关系且急于收回资金.表 1 给出了零售商部分违约和完全违约的三种情形下有关决策数值及利润的计算结果。

表 1 不同情形下的计算数值  
Table 1 Results of financial distress under various contexts

违约情况	最优努力水平 $e^*$	最优订货量 $Q^*$	最优批发价格 $\omega^*$	预计销售量 $S(Q,e)$	零售商利润 $\Pi_r$	零售商净现金流 $R_r$	制造商利润 $\Pi_m$
部分违约	36	158	[11.53,15.20]	145	[816,1 015]	[576,839]	[1 032,1 611]
完全违约	情形 1	36	[11.53,15.20]	145	[816,875.12]	[576,701.44]	[1 320.88,1 611]
	情形 2	10	18	79	343	325	1 040
	情形 3	36	5	145	1 936	1 871	0

通过对算例的分析可以看出:

1) 在财务困境状态下,集中决策机制优于分散决策机制.集中决策下的批发价格存在一定的范围使得零售商和制造商的利润均优于分散决策;零售商的现金流量也在一个区间内变动,且会高于分散决策下的最大值 576,这就意味着当  $576<D<839$  时,分散决策下零售商将陷入完全债务违约的状态,制造商和零售商无法完全按照自身利润最大化进行经营决策.因此,在零售商发生财务困境时,集中决策机制弹性优于分散决策机制。

2) 集中决策下零售商完全债务违约时存在多种决策策略。

当  $D<839$  时,零售商处于部分债务违约状态,第  $i+1$  销售期结束后零售商获得的现金流量

可以完全偿还  $D$ ,此时双方不会解除集中决策机制,制造商可以要求零售商第  $i+1$  销售期结束后多偿还一些资金作为其商业信用损失的补偿。

当  $D>839$  时,零售商则处于完全违约状态,下一期预计净现金流量不足以偿付  $D$ ,则制造商根据实际情况考虑是否继续保持合作关系。

如果制造商决定保持合作关系,即出现了情形 1,为了尽快收回款项,制造商会选择在最优批发价格的范围内适当提高  $\omega^*$ ;零售商将以自己收到的全部现金偿还债务,但零售商至少仍剩余  $D-701.44$  的债务不能偿还。

当制造商决定解除合作关系,双方则按照各自利益最大化做决策,但此时无论做什么决策,只靠一期的控制措施无法完全解除财务困境,只能缓解部分困境.如果制造商不急于收回资金则出

现情形 2,零售商将以自己收到的全部现金偿还债务,且仍剩余  $D - 325$  的债务不能偿还;并且零售商的利润也将由  $[816, 1\ 015]$  的区间下降至 343,这样更不利于零售商解除困境。

如果制造商急于收回资金则出现了情形 3,此时如果  $D < 1\ 871$ ,零售商则完全解除困境,可以看到此时制造商的利润为零,即零售商以牺牲当期的利润为代价尽快实现资金回笼;当  $D > 1\ 871$  时,零售商财务困境严重,预计资金状况无法恢复,几乎面临破产,零售商只能部分缓解财务困境,仍剩余  $D - 1\ 871$  的债务不能立即偿还,制造商则损失了当期利润但是也不能完全收回  $D$ 。

3) 集中决策机制不能完全避免困境传递。

当  $D > 1\ 871$  时,如果制造商的到期债务小于 1 871,则制造商不会陷入财务困境。在下一期制造商会以利润最大化为决策目标,零售商依旧以现金流量最大为决策目标,零售商恢复资金状况的速度将会延缓。如果制造商的到期债务大于 1 871,制造商也因此陷入财务困境,只对一个销售周期的决策进行控制,无法彻底解除财务困境,也无法避免财务困境的传递。在下一期或几期内,可以继续以现金流量最大为决策目标,以最快的速度解除财务困境。

## 5 结 论

1) 集中决策下链条上双方的利润和订货量均大于非合作的模式。

2) 如果零售商在某一销售阶段发生了财务困境,在下一销售阶段可能会出现多种情况:零售商完全解除财务困境;零售商部分解除财务困境;制造商和零售商同时陷入财务困境,集中决策的条件也可能不复存在。

3) 当制造商不急于收回货款维持自己资金周转时,制造商的决策结果为零零售商缓解困境增加了难度,此时双方由于考虑各自的利益不会达到供应链整体最优。

综上,虽然集中决策并不能完全避免财务困境的传递,但相比分散决策,在财务困境状态下,集中决策的柔性更高,且只有在零售商陷入比较严重的财务困境状态下才会不成立。未来的研究方向可能考虑多级供应链及供应网络环境下或不同契约下财务困境的传递问题。

## 参考文献:

- [1] Lau A H L. A five state financial distress prediction mode [J]. *Journal of Accounting Research*, 1987, 25 (1): 127 - 138.
- [2] Chen Y B. Financial distress prediction for Chinese listed manufacturing companies [J]. *Procedia Computer Science*, 2013, 17: 678 - 686.
- [3] Tinoco M H, Wilson N. Financial distress and bankruptcy prediction among listed companies using accounting, market and macroeconomic variables [J]. *International Review of Financial Analysis*, 2013, 30: 394 - 419.
- [4] 鲍新中,杨宜. 基于聚类-粗糙集-神经网络的企业财务危机预警[J]. 系统管理学报, 2013, 22 (9): 685 - 694.  
(Bao Xin-zhong, Yang Yi. Early warning of financial distress using clustering-rough sets-neural networks [J]. *Journal of System & Management*, 2013, 22 (9): 685 - 694.)
- [5] Min J H, Lee Y C. Bankruptcy prediction using support vector machine with optimal choice of kernel function parameters [J]. *Expert Systems with Applications*, 2005, 28: 603 - 614.
- [6] 徐晓燕,孙艳红. 供应链企业财务困境的传递过程研究[J]. 中国管理科学, 2008, 16 (8): 132 - 139.  
(Xu Xiao-yan, Sun Yan-hong. Study on the propagation of financial distress along a supply chain [J]. *Chinese Journal of Management Science*, 2008, 16 (8): 132 - 139.)
- [7] 徐晓燕,李桃,陈华. 考虑投入产出效率的中小企业财务困境预测方法[J]. 中国管理科学, 2009, 17 (2): 113 - 118.  
(Xu Xiao-yan, Li Tao, Chen Hua. Small-medium-enterprise financial failure prediction considering efficiency [J]. *Chinese Journal of Management Science*, 2009, 17 (2): 113 - 118.)
- [8] Sun Y H. Reducing the probability of bankruptcy through supply chain coordination [J]. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics. Part C: Applications and Reviews*, 2010, 40 (2): 201 - 215.
- [9] Zhong S H, Sun Y H. Operational causes of propagation in supply chain [J]. *Decision Support System*, 2011, 51 (3): 671 - 681.
- [10] 丁胡送. 协作方式对供应链财务困境形成及传递影响分析[J]. 预测, 2013, 32 (1): 52 - 56.  
(Ding Hu-song. Research on formation and propagation of financial distress along a supply chain under different collaboration mechanism [J]. *Forecasting*, 2013, 32 (1): 52 - 56.)
- [11] 桑圣举,张强. 模糊需求下 N 级供应链的收益共享契约机制研究[J]. 中国管理科学, 2013, 21 (6): 127 - 136.  
(Sang Sheng-ju, Zhang Qiang. Revenue sharing contract fornechelon supply chains with fuzzy demand [J]. *Chinese Journal of Management Science*, 2013, 21 (6): 127 - 136.)
- [12] 庞庆华,蒋晖. 需求受努力因素影响的供应链收益共享契约模型[J]. 系统管理学报, 2013, 22 (5): 371 - 378.  
(Pang Qing-hua, Jiang Hui. Supply chain coordination under revenue-sharing contract with sales effort dependent demand [J]. *Journal of System & Management*, 2013, 22 (5): 371 - 378.)