

基于违约风险的供应链信用契约协调设计

程永文¹, 周永务²

(1. 中国科学技术大学 统计与金融系, 安徽 合肥 230026; 2. 华南理工大学工商管理学院, 广东 广州 510641)

摘要: 为了发现两级供应链中供应商信用合约定价机制, 在供应链决策主体中增加了违约风险的期望损失, 研究了两级集成供应链和分散供应链的最优决策, 讨论了供应商作为供应链协调的领导者如何给商业信用风险定价, 才能实现分散供应链的协调. 结论认为商业信用的风险定价与资本市场的风险溢价定价遵从共同的规律, 即资本资产定价模型显示的高风险高收益.

关键词: 供应链; 商业信用; 协调合约; 违约风险

中图分类号: F224

文献标志码: A

Designing Trade Credit Coordination Contracts in Supply Chain Based on Default Risk

CHENG Yongwen¹, ZHOU Yongwu²

(1. Department of Statistics and Finance, University of Science and Technology of China, Hefei 230026, China; 2. School of Business Administration, South China University of Technology, Guangzhou 510641, China)

Abstract: In order to find the supplier trade credit pricing strategies in two-echelon supply chain it is reasonable to consider the default risk in decision making. The optimal decisions were investigated on two-echelon centralized and decentralized supply chain. The realization of the coordination of supply chain was discussed by considering the pricing of the trade risk premium from the perspective of the supplier who is the leader in the supply chain. The result show that the pricing on trade credit for the coordination of supply chain and on the capital market complies with the same rule, that is, the higher risk corresponds with the higher profit as the capital asset pricing model indicates.

Key words: supply chain; trade credit; coordination contacts; default risk

命题, 其结果是中小企业资金成本过高. 在商业交易过程中, 企业采用商业信用(trade credit)作为经营资本的一部分成为常见现象. Tirole^[1]认为约 80% 的美国企业供应产品时提供商业信用. 徐晓萍等^[2]在上海市中小企业问卷调查中, 以应收帐款占总销售额的比例为指标, 统计的结果为 20.7%. 商业信用在中国金融机构服务机制存在问题的情况下, 在交易方面尤其显得重要. 由于缺少“正规金融”提供服务, 非正规金融提供的资本成本又较高, 因此国内企业不得不考虑包括商业信用在内的融资成本.

Fabbri 等^[3]认为企业市场地位决定是否提供商业信用. Giannetti 等^[4]提供了一个简单的分析框架用于解释为什么供应商愿意提供商业信用. 他们认为主要原因在于抵押清偿、道德风险、信息优势和不完全的市场竞争促使商业信用广泛存在. 徐晓萍等^[2]从理论上总结商业信用的四个动机: 融资动机、促销动机、质量保证动机和降低交易成本动机, 其中融资动机显示商业信用普遍存在, 是企业应考虑的融资成本.

有关供应链和库存管理的文献较多. 在库存管理中, 商业信用成本作为库存持有成本已反映在 EOQ(Economic Order Quantity)模型中. Aggarwal 等^[5], Hwang 等^[6], Teng 等^[7], Su^[8]进一步扩展了商业信用 EOQ 模型. 周永务等^[9]考虑了 5 种融资模式的最优决策问题. 钟远光等^[10]将商业信用成本纳入到经济批量库存成本中, 考虑最优决策问题.

在供应链管理文献中, 以 Newsvendor 为分析框架的库存融资成本问题也受到关注. Li 等^[11]在随机需求假定下建立了生产和融资的同时决策问题. Buzacott 等^[12]考察了融资约束下多期生产决策问题. Dada 等^[13]设计了信用协调合约, 解决金融机构和销售商间的供应链协调问题. 任建标^[14]研究了当供应商和零售商存在商业信用情况下的供应链协调

在供应链中, 中国中小企业贷款难已成公知的

问题.以供应商作为领导者的 Stackelberg 模型,通过选择不同的信用条件达到激励零售商订购的信用合约协调模型.

Lee 等^[15]在考虑融资成本的情况下,重新考察回购合约、利润共享合约等经典的协调合约. Lee 等^[16]设计了考虑商业信用的协调合约,与任建标^[14]信用合约协调方法不同的是,其协调合约的参数是滞销补贴(markdown allowance),信用条件只是保证零售商接受商业信用而不是向银行借贷.因此,从严格意义上说, Lee 等^[16]协调合约不是商业信用协调合约.于丽萍等^[17]、万长海等^[18]在两级供应链中考虑商业信用成本,再用传统的利润共享合约、量折扣合约或回购合约达到供应链协调的目的.国内商业信用协调文献中普遍对利率设定问题没有研究,且没有考虑违约风险.

任建标^[14]、Lee 等^[16]与本文考虑违约风险的信用协调模型最为接近.任建标^[14]模型没有考虑银行或供应商利率设定问题,也没有考虑违约损失风险. Lee 等^[16]虽然说明了供应商或银行的利率设定问题,但只笼统给了风险溢价.本文的模型明确了银行或供应商设定利率应考虑违约率和损失率,从而确定风险溢价.另外,相对于 Lee 等^[16]模型,本文假设供应商和零售商存在初始资本,设计的协调合约是真正的信用协调合约.

1 模型描述

以 Newsvendor 模型为研究基础,具体设定条件如下:

(1) 风险中性的单个供应商和单个零售商,两者信息对称,供应商是领导者(leader),零售商是跟随者(follower).

(2) 生产和销售的产品是需求波动较大的时尚产品,如服装、电子产品等,具有较长的生产或备货期,较短的销售期.产品需求符合分布 $F(y)$,且 $F(0)=0$,密度函数为 $f(y)$,满足 IGFR(Increasing Generalized Failure Rate)分布,产品价格为 p ,随机需求量为 y .订购产品量为 q ,销售剩余产品残值为 v ,不考虑缺货损失.

(3) 供应商作为两级供应链的领导者决定以价格 w 卖给零售商,产品单位成本为 c ,满足 $p > w > c$,赊销的部分以 $(r+\alpha_T)$ 收取利息,其中 r 是无风险利率, α_T 是商业信用的风险溢价,与违约率和期望损失率有关.

(4) 零售商自有资金为 k_R .根据供应商或金融机构给定的利息率和供应商的售价 w ,决定订购量 q ,因此零售商贷款余额为 $(wq-k_R)$,答应到期归还供应商 $(wq-k_R)(1+r+\alpha_T)$,或归还给金融机构 $(wq-k_R)(1+r+\alpha_R)$,其中 α_R 是金融机构对零售商要求的风险溢价.零售商向供应商订购 q 产品,供应商根据自有的资金 k_S ,决定向金融机构贷款 $(cq-k_S)$,答应到期后归还 $(cq-k_S)(1+r+\alpha_S)$,其中 α_S 是金融机构对供应商要求的风险溢价.

以上假设中,实际应用情况或为不对称信息,供应商和零售商非领导者和跟随者关系,资本市场并非竞争市场等,应用本模型需做相应调整.

零售商或供应商到期后不能归还债务则视为违约.设贷款人在借款人发生违约有权以第一偿债人处理剩余资产.当零售商发生违约时,有

$$y < \frac{(wq-k_R)(1+r+\alpha_i)-vq}{p-v} = y_1 \quad (1)$$

式中: α_i 指代 α_T 或 α_R .换句话说,当零售商至少卖出 y_1 才不致违约, y_1 反映了提供信贷者承担的风险.根据零售商向供应商寻求商业信用或向金融机构贷款的不同.式(1)中 α_i 分别为 α_T 或 α_R ,相应地, y_1 分别为 y_1^T 或 y_1^R .如果零售商和供应商存在商业信用,当销售量 y 不仅低于 y_1^T ,而且满足下式:

$$y < \frac{(cq-k_S)(1+r+\alpha_S)-k_R(1+r)-vq}{p-v} = y_2 \quad (2)$$

很明显 $y_1 > y_2$.因此有以下命题:

命题 1 当销售量 $y < y_1$,且 $y > y_2$ 时,零售商违约,供应商不违约,零售商违约率 $\varphi_R = \int_0^{y_1} f(y)dy = F(y_1)$, y_1 越小,违约可能性越小;当供应商向零售商提供商业信用,且销售量 $y < y_2$ 时,零售商和供应商同时违约,供应商违约率 $\varphi_S = \int_0^{y_2} f(y)dy = F(y_2)$, y_2 越小,违约可能性越小,且 $\varphi_S < \varphi_R$;如果零售商向金融机构贷款,供应商不存在违约,即供应商到期债务 $B_S = (cq-k_S)(1+r+\alpha_S) \leq wq(1+r)$.

命题 2 若零售商到期债务 $B_R = (wq-k_R)(1+r+\alpha_i) < vq$,零售商不存在违约风险,若供应商向零售商提供商业信用,且供应商到期债务 $B_S = (cq-k_S)(1+r+\alpha_S) < vq+k_R(1+r)$,则供应商没有违约风险.

命题 3 如果供应商提供的商业信用风险溢价低于金融机构要求的风险溢价,即 $\alpha_T < \alpha_R$,零售商将选择供应商提供的商业信用.

在完全金融市场假定下,金融机构借贷的风险溢价可根据风险中性定价原理,存在

$$1+r=\varphi_i(1-L_i)+(1-\varphi_i)(1+r+\alpha_i) \quad (3)$$

即

$$\alpha_i = \frac{r+\varphi_i L_i}{1-\varphi_i L_i} - r \quad (4)$$

式中: L_i 指代 L_R 或 L_S ,分别为零售商期望损失率或供应商期望损失率; φ_i 指代 φ_R 或 φ_S .根据评级公司穆迪预测,2014年亚洲企业高收益债券12个月违约率将会维持在2.9%的较低水平.因此,平均来说,违约率和期望损失率的乘积是个很小的正数.将式(4)用泰勒一阶近似($(\varphi_i L_i)^n \approx 0, n \geq 2$),有

$$\alpha_i = (1+r)\varphi_i L_i \quad (5)$$

式(5)表明风险溢价与违约率和期望损失率的乘积成正比.

金融机构根据贷款对象的 $\varphi_i L_i$ 予以估计,给出风险溢价 α_i ,就金融市场来说,由于信息不对称,对企业风险溢价的估计有两种可能,一种是金融机构高估企业风险,要求的风险溢价高出实际值,而供应商一般较了解零售商,使商业信用成为可能;另一种情况是金融机构低估风险,要求较小的风险溢价,此时供应商不愿意提供更低的商业信用,零售商也会接受金融机构要求的利息.因此,市场的商业信用存在与否与金融机构提供信贷要求的风险溢价有很大关系.

2 存在商业信用的分散供应链

供应商提供商业信用风险溢价 $\alpha_T < \alpha_R$,并给定单位产品价格 w ,零售商根据供应商给定的 α_T 和 w ,决定订购量 q ,零售商的期望利润为

$$\begin{aligned} \Pi_R^T(q) = & ps(q) + v(q - s(q)) - \\ & (wq - k_R)(1+r+\alpha_T) - \\ & k_R(1+r) + E_{SLR}^T \end{aligned} \quad (6)$$

式中: $s(q)$ 是期望销售额; E_{SLR}^T 是供应商提供商业信用的期望损失额,可根据到期负债减去期望回收额来计算.设 E_{SR}^T 为供应商对零售商的商业信用期望回收额,则有

$$\begin{aligned} E_{SR}^T = & \int_0^{y_1^T} [py + v(q-y)]f(y)dy + \\ & \int_{y_1^T}^{\infty} (wq - k_R)(1+r+\alpha_T)f(y)dy \end{aligned} \quad (7)$$

因此,有

$$\begin{aligned} E_{SLR}^T = & (wq - k_R)(1+r+\alpha_T) - E_{SR}^T = \\ & (p-v) \int_0^{y_1^T} F(y)dy \end{aligned} \quad (8)$$

供应商的期望利润为

$$\begin{aligned} \Pi_S^T = & k_R(1+r) + (wq - k_R)(1+r+\alpha_T) - \\ & (cq - k_S)(1+r+\alpha_S) - k_S(1+r) - \\ & E_{SLR}^T + E_{BLS} \end{aligned} \quad (9)$$

式中: E_{BLS} 为金融机构对供应商贷款的期望损失.

$$E_{BLS} = (p-v) \int_0^{y_2} F(y)dy \quad (10)$$

定理1 带有商业信用的两级分散供应链中,当 $\frac{f(q)}{f(y_1^T)} > (\eta')^2$,其中 $\eta' = \frac{w(1+r+\alpha_T)-v}{p-v}$,风险中性零售商关于订购量 q 的最优决策存在,零售商的期望利润函数是凹函数,订购量满足 $F(q) - \eta'F(y_1^T) = \frac{p-w(1+r+\alpha_T)}{p-v}$,即为最优订购点.

证明 $\Pi_R^T(q) = pq - (wq - k_R)(1+r+\alpha_T) - k_R(1+r) - (p-v) \left(\int_0^q F(y)dy - \int_0^{y_1^T} F(y)dy \right)$

零售商期望利润函数关于 q 的一阶导数为

$$\begin{aligned} \frac{d\Pi_R^T(q)}{dq} = & p - w(1+r+\alpha_T) - (p-v) \left(F(q) - \right. \\ & \left. F(y_1^T) \frac{w(1+r+\alpha_T)-v}{p-v} \right) \end{aligned} \quad (11)$$

二阶导数为

$$\begin{aligned} \frac{d^2\Pi_R^T(q)}{dq^2} = & - (p-v) \left(f(q) - \right. \\ & \left. f(y_1^T) \left(\frac{w(1+r+\alpha_T)-v}{p-v} \right)^2 \right) \end{aligned} \quad (12)$$

因此,设 $\eta' = \frac{w(1+r+\alpha_T)-v}{p-v}$,当 $\frac{f(q)}{f(y_1^T)} > (\eta')^2$,二阶导数小于零,零售商期望利润函数为严格凹函数.令一阶导数 $p - w(1+r+\alpha_T) - (p-v)(F(q) - F(y_1^T)\eta) = 0$,即

$$F(q^*) - \eta'F(y_1^T) = \frac{p-w(1+r+\alpha_T)}{p-v} \quad (13)$$

零售商达到最大化利润.证毕.

与无商业信用的分散供应链零售商的最优订购 $F(q^*) = \frac{p-w}{p-v}$ 相比,等式(13)两边分别减去了借贷风险的成本.为了后文书写方便,特作以下定义:

定义1 设 $(p-v)$ 为零售商售出单位商品的收益额, $(c-v)$ 为售出单位商品的成本额, $(w-v)$ 为供应商售出单位商品的收益额, $\eta^0 = \frac{c-v}{p-v}$ 为供应商不考虑商业信用的成本比, $\eta = \frac{c(1+r+\alpha_S)-v}{p-v}$ 为供应商考虑商业信用的成本比, $(\eta^0)' = \frac{w-v}{p-v}$ 为供应商

不考虑商业信用的收益比, $\eta' = \frac{w(1+r+\alpha_T)-v}{p-v}$

为供应商考虑商业信用的收益比, $(\eta_R)' = \frac{w(1+r+\alpha_R)-v}{p-v}$ 为零售商考虑向金融机构借贷的收益比。

3 存在商业信用的集成供应链

在集成供应链中, 供应商和零售商的行为受共同利益主体支配. 两级供应链总体利润的最大化是为分散供应链设计协调合约的参考基准. 集成供应链的总体期望利润为

$$\Pi_I^T(q) = ps(q) + v(q - s(q)) - (cq - k_S) \cdot (1 + r + \alpha_S) - k_S(1 + r) + E_{BL,S} \quad (14)$$

定理 2 带有商业信用的两级集成供应链中, 当 $\frac{f(q)}{f(y_2)} > (\eta)^2$, 其中 $\eta = \frac{c(1+r+\alpha_S)-v}{p-v}$, 风险中性利益主体关于订购量 q 的最优决策存在, 供应链的期望利润函数是凹函数, 订购量满足 $F(q^0) - \eta F(y_2) = \frac{p-c(1+r+\alpha_S)}{p-v}$, 即为供应链最优订购点。

证明同定理 1.

令一阶导数等于零, 有

$$F(q^0) - \eta F(y_2) = \frac{p-c(1+r+\alpha_S)}{p-v} \quad (15)$$

在 q^0 处订购, 供应链利润达到最大化. 与无商业信用的集成供应链最优订购 $F(q^0) = \frac{p-c}{p-v}$ 相比, 式(15)两边分别减去了考虑风险的因子. 如果使带有商业信用的分散供应链零售商订购 q^0 , 必须满足以下等式:

$$\eta F(y_2) + \frac{p-c(1+r+\alpha_S)}{p-v} = \eta' F(y_1^T) + \frac{p-w(1+r+\alpha_T)}{p-v}$$

或

$$\eta' F(y_1^T) - \eta F(y_2) = \frac{w(1+r+\alpha_T)-c(1+r+\alpha_S)}{p-v} \quad (16)$$

式(16)也可以理解为只要商业信用风险定价与金融市场风险定价满足某种匹配, 即可达到分散供应链的协调。

4 商业信用合约的供应链协调设计

由式(16)可知, 供应商对产品定价 w 和商业信

用风险溢价 α_T 满足式(16), 零售商按照式(13)订购, 就会产生集成供应链最优订购的结果(式(15)). 因此, 供应商的定价 (w, α_T) 满足的式(16)也可写为

$$w(1+r+\alpha_T) = c(1+r+\alpha_S) + (p-v)(\eta' \varphi_R^T - \eta \varphi_S) \quad (17)$$

式中: $\varphi_R^T = F(y_1^T)$, $\varphi_S = F(y_2)$. 式(17)可以理解为在带有商业信用的两级分散供应链中, 供应商可通过对商品信用合约 (w, α_T) 的定价, 达到供应链协调的目的, 使供应商和零售商比无信用合约情况下更好, 其定价是在考虑资金使用成本和风险溢价的基础上. 定价分为两部分, 第一部分是采购成本, 包括时间成本和风险溢价; 第二部分是供应商承担的风险. $(p-v)\eta' \varphi_R^T$ 可看作是收益部分承担的风险, $(p-v) \cdot \eta \varphi_S$ 可看作是金融机构承担的风险, 对于供应商来说是转嫁的风险, 计算时应扣除. 因此, 供应商的定价, 与一般金融市场的定价方法可作类比, 资本资产定价方法是无风险收益与风险溢价之和, 供应商的定价与此类似. 由此可得定理 3.

定理 3 Newsvendor 模型的两级分散供应链存在商业信用情况下, 供应商的定价应符合风险和收益的匹配, 风险越高, 要求收益越高, 定价满足式(17).

供应商定价时不仅需满足式(17), 同时需考虑 (w, α_T) 的定价范围. 供应商的利润至少应不比不使用信用合约的情况少. 如果不使用信用协调合约, 设金融机构愿意以利率 $(r+\alpha_R)$ 借贷给零售商 $(wq - k_R)$, 零售商也同意此借贷合约. 则零售商的期望利润函数为

$$\Pi_R^D(q) = ps(q) + v(q - s(q)) - (wq - k_R) \cdot (1 + r + \alpha_R) - k_R(1 + r) + E_{BL,R}^D \quad (18)$$

式中: $E_{BL,R}^D$ 为金融机构的违约期望损失额, 计算方法同上. 有

$$\Pi_R^D(q) = pq - (wq - k_R)(1 + r + \alpha_R) - k_R(1 + r) - (p-v) \left(\int_0^q F(y) dy - \int_0^{y_1^R} F(y) dy \right) \quad (19)$$

定理 4 不带有商业信用的两级分散供应链中, 零售商向金融机构借贷, 当 $\frac{f(q)}{f(y_1^R)} > (\eta'_R)^2$, 其中 $\eta'_R = \frac{w(1+r+\alpha_R)-v}{p-v}$, 风险中性零售商关于订购量 q 的最优决策存在, 零售商的期望利润函数是凹函数, 订购量满足 $F(q) - \eta'_R F(y_1^R) = \frac{p-w(1+r+\alpha_R)}{p-v}$, 即为最优订购点. 证明同上.

此时供应商的最优利润为

$$\Pi_S^D(w) = wq^D - (cq^D - k_S)(1+r+\alpha_S) - k_S(1+r)$$

式中: q^D 表示零售商向金融机构贷款时的订购量. 因此, 供应商应有 $\Pi_S^T(w, \alpha_T) \geq \Pi_S^D(w)$, 否则, 供应商宁愿不提供商业信用.

5 数值实验

为了验证以上定理或命题, 设产品随机需求符合以下威布尔分布(Welbull distribution):

$$f(y) = \begin{cases} \frac{k}{\lambda} \left(\frac{y}{\lambda}\right)^{k-1} e^{-\left(\frac{y}{\lambda}\right)^k} & y \geq 0 \\ 0 & y < 0 \end{cases}$$

其中设 $\lambda=100$, $k=2$, 供应商单位成本 $c=10$, $v=2$, $p=14$, $w=12$. 设供应商和零售商的自有经营资本分别为 $k_S=200$ 和 $k_R=100$. 设金融机构对供应商的违约率估计为 $\varphi_S=0.01$, 期望损失率估计为 $L_S=0.3$, 零售商违约率估计为 $\varphi_R=0.03$, 期望损失率估计为 $L_R=0.4$, 因此 $\alpha_S=0.3\%$, $\alpha_R=1.2\%$. 设金融市场无风险利率 $r=5\%$. 定理1表明在考虑违约风险的商业信用情况下, 分散供应链零售商期望利润函数是严格凹函数, 如图1所示.

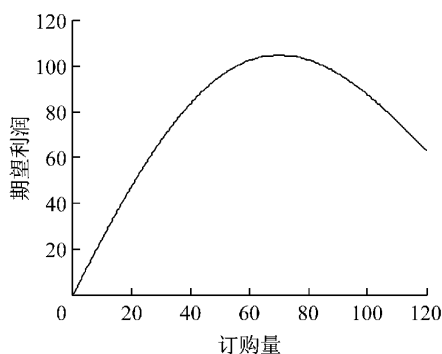


图1 存在商业信用的情况下分散供应链零售商的期望利润和订购量的函数关系

Fig.1 Functional relationship between expected profit and order quantity of retailers using decentralized supply chains in the existing trade credit

供应商的定价关系到两个变量 w 和 α_T , 设 $w=12$, 不同的 α_T 对应零售商不同的最优订购量. 图2显示风险溢价 α_T 的变化对零售商最优订购量的影响, 风险溢价越高, 零售商最优订购量越少. 在 w 不变的情况下, 风险溢价 α_T 越高, 即信用利率越高, 零售商的订购成本越高, 因此最优订购量越低. 不存在商业信用情况下, 零售商向金融机构寻求贷款, 同样出现零售商订购量随金融机构要求的风险溢价提高

而降低的现象, 见图3.

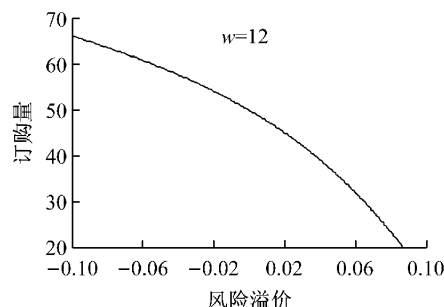


图2 分散供应链存在商业信用情况下零售商最优订购量和风险溢价的函数关系

Fig.2 Functional relationship between optimal order quantity and risk premium of retailers using decentralized supply chains in the existing trade credit

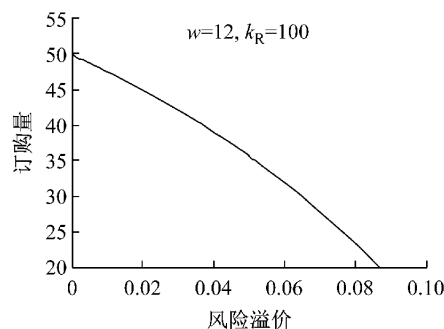


图3 分散供应链零售商直接向金融机构获得信用情况下最优订购量和风险溢价的关系

Fig.3 Correlation between optimal order quantity and risk premium retailers using decentralized supply chains in the existing trade credit

供应商利用商业信用合约激励零售商提高订购量, 令供应链双方都能获利, 达到供应链协调. 定理3表明, 供应商的定价 (w, α_T) 应体现高风险高收益, 类似资本资产定价模型(CAPM). 设 $w=12$, 令零售商自有资本 k_R 从50变化到90, 分别计算供应商的风险收益 $w(1+r+\alpha_T) - c(1+r+\alpha_S)$ 和风险敞口 $(\eta' \varphi_R^T - \eta \varphi_S)$, 在零售商不同的自有资本下, 供应商承担的商业信用风险不同, 零售商自有资本越高, 供应商承担的风险越低. 在信息对称的情况下, 供应商的决策过程如下:

(1) 了解零售商的自有资本 k_R 和市场批发价格 w .

(2) 计算集成供应链下零售商的最优订购量 q^* (式(15)).

(3) 根据零售商的利润决策函数(式(13)), 计算最优风险溢价 α_T .

(4) 风别计算供应商的风险收益 $w(1+r+\alpha_T)-c(1+r+\alpha_S)$ 和风险敞口 $(\eta'\varphi_R^T-\eta\varphi_S)$.

为了使商业信用成为可能,设金融机构提供给零售商的信用风险溢价 $\alpha_R=0.04$,计算结果见表 1 和图 4. 实验结果表明,供应商的风险和收益满足式 (17),呈现高风险高收益的原则. 换句话说,供应商作为领导者协调供应链,使供应链成员的行为按照“共赢”的原则行事,其定价应按照高风险高收益的原则,即类似资本资产定价模型的结果,就能实现供应链的协调.

表 1 存在商业信用情况时零售商不同自有资本下供应商的风险和收益关系

Tab.1 Relationship between the risk and revenue of retailers with different amounts of available capital under trade credit condition

| 零售商自有资本 | 50 | 70 | 90 | 110 | 130 | 150 | 170 | 190 |
|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 风险敞口 | 0.058 9 | 0.074 5 | 0.083 5 | 0.105 2 | 0.111 7 | 0.118 8 | 0.135 5 | 0.156 8 |
| 供应商单位产品风险收益 | 0.706 8 | 0.894 | 1.002 | 1.262 4 | 1.340 4 | 1.425 6 | 1.626 | 1.881 6 |

注:其中风险敞口指 $(\eta'\varphi_R^T-\eta\varphi_S)$;单位产品风险收益指 $w(1+r+\alpha_T)-c(1+r+\alpha_S)$.

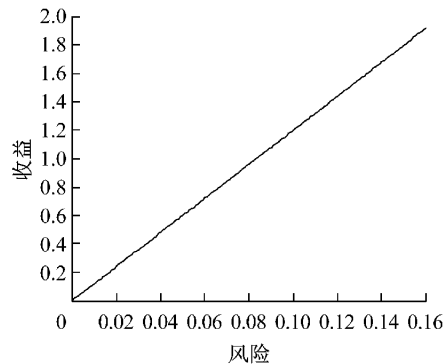


图 4 供应链协调下供应商商业信用的风险和收益关系
Fig.4 Correlation between risk and revenue of supplier's trade credit under supply chain coordination

设 $\alpha_R=0.040$, $w=12$,存在商业信用. 表 2 给出

表 2 零售商不同自有资本下两种信用模式比较 ($w=12$)

Tab.2 Comparison of two credit modes of different entity capital of retailers ($w=12$)

| $\alpha_R=0.040$ | | | | | | | | |
|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| k_R | 50 | 70 | 90 | 110 | 130 | 150 | 170 | 190 |
| α_T^* | -0.016 | -0.037 | -0.054 | -0.067 | -0.079 | -0.089 | -0.098 | -0.106 |
| q^* | 62.64 | 61.84 | 61.14 | 60.54 | 60.02 | 59.58 | 59.22 | 58.93 |
| Π_S^T | 77.23 | 69.47 | 64.29 | 60.89 | 58.66 | 57.31 | 56.62 | 56.47 |
| Π_R^T | 57.53 | 64.35 | 68.77 | 71.58 | 73.36 | 74.37 | 74.82 | 74.81 |
| q_S^D | 51.31 | 45.44 | 40.91 | 37.44 | 34.79 | 32.78 | 31.28 | 30.16 |
| Π_S^D | 76.95 | 68.16 | 61.37 | 56.16 | 52.18 | 49.17 | 46.91 | 45.25 |
| Π_R^D | 28.96 | 26.67 | 25.28 | 24.54 | 24.27 | 24.34 | 24.65 | 25.14 |
| $\alpha_R=0.012$ | | | | | | | | |
| q_S^D | 57.94 | 52.96 | 48.82 | 45.40 | 42.61 | 40.34 | 38.52 | 37.06 |
| Π_S^D | 86.91 | 79.44 | 73.23 | 68.11 | 63.91 | 60.51 | 57.77 | 55.59 |
| Π_R^D | 42.81 | 39.27 | 36.59 | 34.60 | 33.16 | 32.14 | 31.45 | 31.01 |

6 结论

本文讨论了资本市场提供信贷的风险溢价,供应链中存在商业信用的条件,并在决策主体的利润

了在零售商不同自有资本 k_R 的情况下,供应商的最优定价 α_T^* 和零售商的最优订购量 q^* , 供应商的期望利润 Π_S^T 和零售商的期望利润 Π_R^T . 作为对比,也给出了向金融机构借贷情况下的最优订购量和零售商的期望利润 Π_R^D 、供应商的期望利润 Π_S^D . 从计算结果看,存在商业信用的情况下,提供商业信用优于不提供商业信用,有商业信用的期望利润都高于没有商业信用的期望利润,且商业信用可作为供应商协调供应链的手段. 当金融机构提供给零售商较低的风险溢价如 $\alpha_R=0.012$ 时,从表 2 中可看出,供应商在 $k_R<190$ 时宁愿不提供商业信贷,当 $k_R\geq 190$ 时,有 $\Pi_S^T > \Pi_S^D$. 因此,资本市场提供信贷的风险溢价对于供应链有重要影响.

函数中考虑了信用违约风险. 以集成供应链作为供应链协调的参照,讨论了分散供应链存在商业信用和资本市场信用两种情况下的最优决策,给出了供应商利用商业信用作为协调供应链工具必须满足的条件.

基于违约风险讨论了决策者单独以商业信用(trade credit)作为协调供应链的工具,相对于 Lee 等^[16]的供应链协调方法,即主要利用滞销补贴作为协调工具,信用条款仅作为辅助工具,使合约协调过于复杂,不利于实际应用. 本文合约协调方法直接使用信用条款,使协调合约得到简化,更利于实际应用. 本文与任建标^[14]的合约协调设计相比较,考虑了信用风险溢价对决策的影响,模型设定更接近实际应用. 由于国内资本市场自身的缺陷,对于国内商业环境,企业极度依赖商业信用作为融资工具,以上研究结果具有重要的实际应用价值.

在理论上,模型显示给商业信用的最优定价印证了资本市场的基本规律,即资本资产定价模型(CAPM),说明企业的最优定价与资本市场有关的定价存在重要的联系. 这可能将资本资产定价模型纳入到更广泛的环境中,包括企业考虑融资成本的最优定价,也为企业定价理论的进一步拓展提供方向.

参考文献:

- [1] Tirole J. The theory of corporate finance [M]. Princeton: Princeton University Press, 2006.
- [2] 徐晓萍, 李猛. 商业信用的提供: 来自上海市中小企业的证据[J]. 金融研究, 2009 (6): 161.
XU Xiaoping, LI Meng. The supply of trade credit: evidence from small and medium enterprises in Shanghai [J]. Journal of Financial Research, 2009 (6): 161.
- [3] Fabbri D, Klapper L F. Trade credit supply, market power and the matching of trade credit terms [R]. New York: World Bank, 2008.
- [4] Giannetti M, Burkart M, Ellingsen T. What you sell is what you lend? Explaining trade credit contracts [J]. Review of Financial Studies, 2011, 24(4): 1261.
- [5] Aggarwal S P, Jaggi C K. Ordering policies of deteriorating items under permissible delay in payments [J]. Journal of the Operational Research Society, 1995, 46(5): 658.
- [6] Hwang H, Shinn S W. Retailer's pricing and lot sizing policy for exponentially deteriorating products under the condition of permissible delay in payments [J]. Computers & Operations Research, 1997, 24(6): 539.
- [7] Teng J T, Krommyda I P, Skouri K, et al. A comprehensive extension of optimal ordering policy for stock-dependent demand under progressive payment scheme [J]. European Journal of Operational Research, 2011, 215(1): 97.
- [8] Su C H. Optimal replenishment policy for an integrated inventory system with defective items and allowable shortage under trade credit [J]. International Journal of Production Economics, 2012, 139(1): 247.
- [9] 周永务, 陈俊. 不同融资模式下的供应商订货决策模型[J]. 华南理工大学学报: 社会科学版, 2012, 14(5): 74.
ZHOU Yongwu, CHEN Jun. Supply ordering decision making model for different financing modes [J]. Journal of South China University of Technology: Social Science, 2012, 14(5): 74.
- [10] 钟远光, 周永务, 李柏勋, 等. 供应链融资模式下零售商的订货与定价研究[J]. 管理科学学报, 2011, 14(6): 57.
ZHONG Yuanguang, ZHOU Yongwu, LI Baixun, et al. The retailer's optimal ordering and pricing policies with supply chain financing [J]. Journal of Management Sciences In China, 2011, 14(6): 57.
- [11] Li L, Shubik M, Sobel M J. Control of dividends, capital subscriptions, and physical inventories [J]. Management Science, 2013, 59(5): 1107.
- [12] Buzacott J A, Zhang R Q. Inventory management with asset-based financing [J]. Management Science, 2004, 50 (9): 1274.
- [13] Dada M, Hu Q. Financing newsvendor inventory [J]. Operations Research Letters, 2008, 36(5): 569.
- [14] 任建标. 基于商业信用的供应链协调研究 [D]. 上海: 上海交通大学, 2008.
REN Jianbiao. Research on supply chain coordination with trade credit [D]. Shanghai: Shanghai Jiao Tong University, 2008.
- [15] Lee C H, Rhee B D. Coordination contracts in the presence of positive inventory financing costs [J]. International Journal of Production Economics, 2010, 124(2): 331.
- [16] Lee C H, Rhee B D. Trade credit for supply chain coordination [J]. European Journal of Operational Research, 2011, 214 (1): 136.
- [17] 于丽萍, 黄小原. 基于商业信用的供应链数量折扣协调策略[J]. 东北大学学报: 自然科学版, 2009, 30(10): 1504.
YU Liping, HUANG Xiaoyuan. Quantity discount policy based on trade credit for supply chain coordination [J]. Journal of Northeastern University: Natural Science, 2009, 30 (10): 1504.
- [18] 万常海, 周永务. 零售商资金约束时的供应链协调问题研究[J]. 华南理工大学学报: 社会科学版, 2012, 14(5): 80.
WAN Changhai, ZHOU Yongwu. Supply chain coordination for the problem of cash-constraints [J]. Journal of South China University of Technology: Social Science, 2012, 14(5): 80.