

筛选不同竞争类型零售商的贸易信用合同设计研究^①

马中华¹, 陈祥锋²

(1. 上海海事大学经济管理学院, 上海 201306; 2. 复旦大学管理学院, 上海 200433)

摘要: 考虑了信息不对称环境下资金约束供应链中贸易信用合同的设计问题。其中, 零售商面临资金短缺困境, 对自身的竞争类型具有信息优势; 供应商愿意为资金短缺的零售商提供贸易信用。本文基于高低不同类型零售商的保留收益信息, 将零售商的竞争环境分为三种类型, 即高度竞争、适度竞争和低度竞争。据此, 供应商应用筛选方法设计合同甄别不同竞争环境的零售商类型, 提高自身和供应链的整体收益。研究还表明, 在信息不对称的情况下, 适度竞争环境中, 贸易信用合同能够实现供应链整体收益最大化。

关键词: 贸易信用; 逆向选择; 供应链; 信息不对称

中图分类号: F830.56 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-9807(2014)10-0013-11

0 引言

通常, 当企业面临资金约束问题时, 会通过商业银行信用来获得融资服务, 或者是借助贸易信用(即上游企业允许下游企业延迟支付货款)获得间接融资服务。贸易信用作为一种非正式融资渠道, 引起业界和学者的广泛关注, 在经济和金融领域已有较多的研究成果。例如: Elliehansen 和 Wolken^[1] 指出贸易信用(应付货款)占非金融、非农业类小型企业总负债的 20%, 占有大型企业总负债的 15%; Atanasova 和 Wilson^[2] 指出贸易信用具有两元性, 即大多数企业既是贸易信用的提供者, 又是贸易信用的需求者。根据已有的文献研究, 贸易信用具有如下几个特性: 第一, 贸易信用可以作为价格歧视的工具来区分不同类型的购买者^{[3][4]}; 第二, 贸易信用可以作为资金流管理工具, 降低买卖双方的交易成本^[5-8]; 第三, 贸易信用是一种重要的非正式融资渠道^[9-12]; 第四, 贸易信用可以作为一种揭示交易产品质量的

信号, 降低购买者对产品质量问题的担忧^[13-16]。

在现实中, 供应商会根据零售商的风险特性设计相应的贸易信用合同^{[17][18]}。信息不对称使得贸易信用中存在着逆向选择问题, 即低类型零售商有伪装高类型以获得更高收益的动机, 从而给供应商带来损失。此外, 零售商所处的竞争环境也会影响到贸易信用合同的设计, 以及供应链绩效。为此, 本文的研究将重点讨论两方面的问题: 1) 面对不同竞争环境中不同类型零售商, 供应商应该如何设计贸易信用合同来提高自身和供应链的收益? 2) 零售商所处的竞争环境如何对供应链整体绩效产生影响?

有三篇文献的研究与本文较为相近, 即 Zhang 和 Lou^[20]、Lee 和 Rhee^[19]、Metin 等^[21]。Zhang 和 Lou^[20] 考虑了完全信息和不完全信息情况下, 贸易信用合同的信用期如何影响供应链的协调问题; Lee 和 Rhee^[19] 从供应商角度分析贸易信用价值, 并讨论其在供应链管理中的

① 收稿日期: 2012-08-16; 修订日期: 2013-07-25。

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(71172039; 71102043; 70972046); 教育部新世纪优秀人才支持资助项目(NCET-10-0340); 教育部人文社会科学研究青年基金资助项目(11YJC630153); 上海海事大学科研基金资助项目(20120084); 上海海事大学重点学科资助项目(XR0101)。

作者简介: 马中华(1979—), 女, 辽宁西丰人, 博士, 副教授。Email: zhma@shmtu.edu.cn

的协调作用; Metin 等^[21]建立了区分不同供应商的逆向选择模型,给出了包含订购数量和系统收益分配比例的最优采购合同. 不同于他们的研究,本文将零售商所处的竞争环境引入到贸易合同的设计中,研究了供应商面对不同竞争环境下的零售商如何设计有效贸易信用合同,以甄别不同类型的零售商,并讨论了零售商竞争环境对贸易信用协调功能的影响. 本文的研究能为贸易信用实践和供应链管理实践提供理论参考,也可以补充和发展供应链合同管理理论和贸易信用理论的研究,因此具有较重要的理论意义.

本文考虑一个风险中性的供应商和一个风险中性的零售商构成的简单供应链,其中零售商需要供应商提供贸易信用以获取融资,即通过延迟支付的方式使零售商能够从供应商处订购产品. 在研究中,本文假设低成本和高保留收益的零售商为优质零售商,即高类型, H 型,反之,为 L 型. 在订购产品时,零售商了解自身经营成本和类型,而供应商对零售商类型的判别来自事先观察以及对不同零售商类型的分布情况的判断. 于是,在贸易信用合同的谈判中,就存在着典型的信息不对称问题—逆向选择. 例如,零售商(代理人)利用自身的信息优势欺骗贸易信用合同的提供者—供应商(委托人),从而损害供应商(委托人)的利益.

本文的主要贡献在于,将零售商所处环境的竞争情况分为三种类型(高度竞争,适度竞争,低度竞争),建立逆向选择模型讨论了三种竞争环境下贸易信用合同的设计问题,以及供应链的效率问题.

1 模型假设及符号

考虑由供应商和零售商构成的两级供应链,供应商以批发价格将产品销售给零售商,零售商再以市场价格 p 将产品销售给最终消费者,未售出产品的残值忽略不计,并且市场需求是随机的,分布函数为 $F(x)$,密度函数为 $f(x)$. 零售商面临资金短缺,供应商资金充足并且可以向零售商提供贸易信用融资.

市场中有两种类型的零售商:高类型(优质)零售商 $R = H$ 和低类型(劣质)零售商 $R = L$. H 型零售商的经营成本为 C_H , L 型零售商的经营成本为 C_L , $C_H \leq C_L$. 假设 H 型零售商的保留收益为 π_H^0 , L 型零售商的保留收益为 π_L^0 , $\pi_H^0 \geq \pi_L^0$.

假设供应商可以通过一些商业手段,调研或咨询等,获得市场上零售商的类型信息,用符号 α 来表示,其取值为 0 或 1. 当零售商为 H 型零售商时,即 $R = H$, $\alpha = 1$ 的概率为 1,即 $P(\alpha = 1 | R = H) = 1$. 供应商对 H 型零售商的信息掌握为全面的. 而当零售商为 L 型零售商时,即 $R = L$, $\alpha = 1$ 的概率为 $\mu_s \in [0, 1]$,即 $P(\alpha = 1 | R = L) = \mu_s$,并且 $P(\alpha = 1 | R = H) = 1 - \mu_s$. 供应商对 L 型零售商的信息掌握并不全面,即依据信息 α 供应商可能将 L 型零售商判断为 H 型零售商. 事实上,由于 H 型零售商具有低成本,高竞争力的特点,因此其类型信息是公开的,而 L 型零售商却有冒充 H 型零售商以获得订单的动机,而供应商依据其掌握的信息 α 只能分辨部分零售商的类型.

假设市场上 H 型零售商的比例为 $\lambda \in (0, 1)$, L 型零售商的比例为 $1 - \lambda$,为公开信息. 在信息对称的情况下,零售商的类型信息为供应商所知. 在信息不对称的情况下,零售商的类型信息为其私人信息,此时供应商的信息为 α ,当 $\alpha = 1$ 时,根据条件概率,零售商为 L 型零售商的概率为

$$P(R = L | \alpha = 1) = \frac{\mu_s(1 - \lambda)}{\mu_s(1 - \lambda) + \lambda} \quad (1)$$

同样,当 $\alpha = 1$ 时,零售商为 H 型零售商的概率为

$$P(R = H | \alpha = 1) = \frac{\lambda}{\mu_s(1 - \lambda) + \lambda} \quad (2)$$

供应商通过信息 α 对零售商的类型进行判断,会将 $\mu_s(1 - \lambda)$ 比例的 L 型零售商当成 H 型零售商,或者说这一部分的 L 型零售商是供应商无法正确分辨的部分. 因此,当 $\alpha = 1$ 时,供应商才有必要设计能够区分不同类型零售商的贸易信用合同. 当市场需求实现之后,相关的收益和成本按照所选定的合同进行支付.

2 信息对称下的贸易信用决策

在信息对称情况下,对 H 型零售商,供应商提供的贸易信用合同为 (Q_H, d_H) , 其中 Q_H 为融资数量(以商品数量表示), d_H 为融资利率. 供应商的成本为 C_s , 批发价格为 w , 供应商的收益包括产品收益和融资利息, 满足

$$(w - C_s) Q_H + (w - C_s) Q_H d_H.$$

零售商的收益为出售产品的收益与支付的利息之差, 满足

$$\pi_H(Q_H) - w Q_H - w Q_H d_H,$$

其中

$$\pi_H(Q_H) = p \int_0^{Q_H} x f(x) dx + p Q_H (1 - F(Q_H)) - C_H Q_H \quad (3)$$

供应商的贸易信用合同在保证零售商的保留收益情况下, 以其自身收益最大化为目标, 则有优化问题 (P1),

$$\begin{aligned} \max_{(Q_H, d_H)} & (w - C_s) Q_H + (w - C_s) Q_H d_H \\ \text{s. t.} & \pi_H(Q_H) - w Q_H - w Q_H d_H \geq \pi_H^0 \end{aligned} \quad (IC)$$

$$Q_H \geq 0$$

其中由 (IC) 得 $\pi_H(Q_H) - \pi_H^0 \geq w Q_H + w Q_H d_H$, 两端减去 $C_s Q_H + C_s Q_H d_H$, 得

$$\begin{aligned} \pi_H(Q_H) - \pi_H^0 - C_s Q_H - C_s Q_H d_H & \geq \\ w Q_H + w Q_H d_H - C_s Q_H - C_s Q_H d_H & \end{aligned} \quad (4)$$

注意到式 (4) 右端为优化问题 (P1) 的目标函数的表达式, 则使得目标函数取得最大值的解 \hat{Q}_H 也使得

$$\pi_H(Q_H) - \pi_H^0 - C_s Q_H - C_s Q_H d_H \quad (5)$$

取得最大值, 并且式 (4) 取等号. 由式 (5) 一阶导数为零, 可得 $\hat{Q}_H = F^{-1}\left(\frac{p - C_H - C_s - C_s \hat{d}_H}{p}\right)$.

再由式 (4) 取等号, 有

$$\hat{d}_H = \frac{\pi_H(\hat{Q}_H) - \pi_H^0}{w \hat{Q}_H} - 1$$

在信息对称情况下, 供应商会通过控制融资数量和融资利率使其收益达到最优, 而使零售商收益仅为其保留收益.

类似可得对于 L 型零售商的最优贸易信用合同为 (\hat{Q}_L, \hat{d}_L) , 其中

$$\hat{Q}_L = F^{-1}\left(\frac{p - C_L - C_s - C_s \hat{d}_L}{p}\right),$$

$$\hat{d}_L = \frac{\pi_L(\hat{Q}_L) - \pi_L^0}{w \hat{Q}_L} - 1,$$

$$\pi_L(Q_L) = p \int_0^{Q_L} x f(x) dx + p Q_L (1 - F(Q_L)) - C_L Q_L$$

由此, 可得以下命题.

命题 1 在零售商类型信息为供应商所知情况下, 供应商提供给 H 型零售商的最优贸易信用合同为 (\hat{Q}_H, \hat{d}_H) , 其中

$$\hat{Q}_H = F^{-1}\left(\frac{p - C_H - C_s - C_s \hat{d}_H}{p}\right),$$

$$\hat{d}_H = \frac{\pi_H(\hat{Q}_H) - \pi_H^0}{w \hat{Q}_H} - 1,$$

供应商提供给 L 型零售商的最优贸易信用合同为 (\hat{Q}_L, \hat{d}_L) , 其中

$$\hat{Q}_L = F^{-1}\left(\frac{p - C_L - C_s - C_s \hat{d}_L}{p}\right),$$

$$\hat{d}_L = \frac{\pi_L(\hat{Q}_L) - \pi_L^0}{w \hat{Q}_L} - 1$$

3 信息不对称下的贸易信用决策

在信息不对称情况下, 为规避逆向选择问题, 供应商通过提供合同菜单 $\{(Q_H, d_H), (Q_L, d_L)\}$ 筛选零售商. 当 $\alpha = 1$ 时, 零售商为 L 型零售商的概率为 $P(R = L | \alpha = 1)$, 其表达式为 (1). 对应 H 型和 L 型零售商, 供应商的收益分别为 $(w - C_s) Q_H (1 + d_H)$ 和 $(w - C_s) Q_L (1 + d_L)$.

由 H 型和 L 型零售商的保留收益 π_H^0 和 π_L^0 , 可得个人理性约束 (individual rationality (IR) constraints) 如下,

$$\pi_H(Q_H) - w Q_H (1 + d_H) \geq \pi_H^0,$$

$$\pi_L(Q_L) - w Q_L (1 + d_L) \geq \pi_L^0$$

零售商选择与其类型不符的合同将会降低其收益,因此有激励相容约束(incentive compatibility (IC) constraints),

$$\begin{aligned} \pi_H(Q_H) - w Q_H(1 + d_H) &\geq \pi_H(Q_L) - w Q_L(1 + d_L) \\ \pi_L(Q_L) - w Q_L(1 + d_L) &\geq \pi_L(Q_H) - w Q_H(1 + d_H) \end{aligned}$$

在信息不对称情况下,供应商通过其所掌握的零售商类型信息 α ,能够部分去除 L 型零售商. 因此,当 $\alpha = 1$, 供应商收益为

$$(1 - P(R = L | \alpha = 1))(w - C_S) Q_H(1 + d_H) + P(R = L | \alpha = 1)(w - C_S) Q_L(1 + d_L),$$

供应商通过贸易信用合同设计使其收益最大化,有优化问题(P2),

$$\begin{aligned} \max_{\{(Q_H, d_H) | (Q_L, d_L)\}} & P(R = L | \alpha = 1)(w - C_S) \times \\ & Q_L(1 + d_L) + (1 - P(R = L | \alpha = 1)) \times \\ & (w - C_S) Q_H(1 + d_H) \end{aligned}$$

s. t.

$$\pi_H(Q_H) - w Q_H(1 + d_H) \geq \pi_H^0 \quad (\text{IR1})$$

$$\pi_L(Q_L) - w Q_L(1 + d_L) \geq \pi_L^0 \quad (\text{IR2})$$

$$\begin{aligned} \pi_H(Q_H) - w Q_H(1 + d_H) &\geq \\ \pi_H(Q_L) - w Q_L(1 + d_L) &\quad (\text{IC1}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \pi_L(Q_L) - w Q_L(1 + d_L) &\geq \\ \pi_L(Q_H) - w Q_H(1 + d_H) &\quad (\text{IC2}) \end{aligned}$$

$$Q_H \geq 0, Q_L \geq 0$$

将该问题的最优解记为 $\{(Q_H^*, d_H^*), (Q_L^*, d_L^*)\}$.

命题 2 ①当 L 型零售商选择合同 (Q_H, d_H) 其收益为 $\pi_L(Q_L) + (C_L - C_H) Q_L$; 当 H 型零售商选择合同 (Q_L, d_L) 其收益为 $\pi_H(Q_H) - (C_L - C_H) Q_H$; ② $\pi_H^* \geq \widehat{\pi}_H > \widehat{\pi}_L \geq \pi_L^*$.

证明 关于①的证明:

经过简单整理可得如下表达式:

$$\begin{aligned} \pi_H(Q_H) &= p \int_0^{Q_H} x f(x) dx + p(Q_H) \times \\ & (1 - F(Q_H)) - C_H Q_H \\ &= -p \int_0^{Q_H} x f(x) dx + (p - C_H) Q_H, \\ \pi_H(Q_L) &= -p \int_0^{Q_L} x f(x) dx + (p - C_H) Q_L, \\ \pi_L(Q_L) &= -p \int_0^{Q_L} x f(x) dx + (p - C_L) Q_L, \end{aligned}$$

$$\pi_L(Q_H) = -p \int_0^{Q_H} x f(x) dx + (p - C_L) Q_H,$$

进一步可得,

$$\pi_H(Q_L) = \pi_L(Q_L) + (C_L - C_H) Q_L$$

$$\pi_L(Q_H) = \pi_H(Q_H) - (C_L - C_H) Q_H$$

关于②的证明:

由表达式

$$\widehat{Q}_H = F_H^{-1}\left(\frac{p - C_H}{p}\right)$$

$$\widehat{Q}_L = F_H^{-1}\left(\frac{p - C_L}{p}\right)$$

容易得到 $\widehat{Q}_H > \widehat{Q}_L$.

接下来用反证法证明 $Q_H^* \geq \widehat{Q}_H$.

设 $Q_H^* < \widehat{Q}_H$, 由 \widehat{Q}_H 使得 $\pi_H(Q_H)$ 取得最优值, 得 $\pi_H(Q_H^*) < \pi_H(\widehat{Q}_H)$. 则有 ε , 使得 $\pi_H(\widehat{Q}_H) - w \widehat{Q}_H(1 + d_H^* + \varepsilon) = \pi_H(Q_H^*) - w Q_H^*(1 + d_H^*)$. 因此 $\{(\widehat{Q}_H, d_H^* + \varepsilon), (Q_L^*, d_L^*)\}$ 是可行解, 并且由 $w \widehat{Q}_H(1 + d_H^* + \varepsilon) > w Q_H^*(1 + d_H^*)$, 知 $\{(\widehat{Q}_H, d_H^* + \varepsilon), (Q_L^*, d_L^*)\}$ 使供应商收益取得更大值, 与 $\{(Q_H^*, d_H^*), (Q_L^*, d_L^*)\}$ 为最优解相矛盾.

类似可以证明 $\widehat{Q}_L \geq Q_L^*$.

命题 3 ①在最优解 $\{(Q_H^*, d_H^*), (Q_L^*, d_L^*)\}$ 处, 约束条件 (IR1) 和 (IR2) 至少有一个等号成立; ②在最优解 $\{(Q_H^*, d_H^*), (Q_L^*, d_L^*)\}$ 处, 约束条件 (IC1) 和 (IC2) 至多有一个等号成立.

证明 关于①的证明:

假设两个约束条件的等号都不成立, 则有

$$\pi_H(Q_H) - w Q_H(1 + d_H) - \pi_H^0 > 0,$$

$$\pi_L(Q_L) - w Q_L(1 + d_L) - \pi_L^0 > 0$$

假设 $\pi_H(Q_H) - w Q_H(1 + d_H) - \pi_H^0$ 要小于等于 $\pi_L(Q_L) - w Q_L(1 + d_L) - \pi_L^0$, 则有 $\pi_H(Q_H) - w Q_H(1 + d_H) - \pi_H^0 \leq \pi_L(Q_L) - w Q_L(1 + d_L) - \pi_L^0$. 有 $\varepsilon_1 > 0$ 和 $\varepsilon_2 = \varepsilon_1 \frac{Q_H^*}{Q_L^*}$, 使得 $\pi_H(Q_H^*) - w \times Q_H^*(1 + d_H^*) + \varepsilon_1 = \pi_H^0$, $\pi_L(Q_L^*) - w Q_L^*(1 + d_L^*) + \varepsilon_2 \geq \pi_L^0$. 而同时 $\{(Q_H^*, d_H^* + \varepsilon_1), (Q_L^*, d_L^* + \varepsilon_2)\}$ 使得约束条件 (IC1) 和 (IC2) 仍成立, 而这

一新的取值可以使得供应商的收益更大,这与 $\{(Q_H^*, d_H^*)\}, \{(Q_L^*, d_L^*)\}$ 是最优解相矛盾。

对于 $\pi_H(Q_H) - w Q_H(1 + d_H) - \pi_H^0 > \pi_L(Q_L) - w Q_L(1 + d_L) - \pi_L^0$ 可以通过类似的证明得到。

对于不同类型的零售商,供应商通过合同设计以保证零售商选择与其类型相符的合同,也就是 H 型零售商不会选择合同 (Q_L, d_L) ,反之亦然。

关于②的证明:

由优化问题(P2),以及命题 1,可得如下约束条件

$$\pi_H(Q_H) - w Q_H(1 + d_H) \geq \pi_H^0 \quad (\text{IR1})$$

$$\pi_L(Q_L) - w Q_L(1 + d_L) \geq \pi_L^0 \quad (\text{IR2})$$

$$\pi_H(Q_H) - w Q_H(1 + d_H) - (\pi_L(Q_L) - w Q_L(1 + d_L)) \geq (C_L - C_H) Q_L \quad (\text{IC1})$$

$$\pi_H(Q_H) - w Q_H(1 + d_H) - (\pi_L(Q_L) - w Q_L(1 + d_L)) \leq (C_L - C_H) Q_H \quad (\text{IC2})$$

而由上面表达式中的(IC1)和(IC2),有

$$(C_L - C_H) Q_L \leq \pi_H(Q_H) - w Q_H(1 + d_H) - (\pi_L(Q_L) - w Q_L(1 + d_L)) \leq (C_L - C_H) Q_H$$

再由(IR1)和(IR2),能够得到

$$\pi_H(Q_H) - w Q_H(1 + d_H) - (\pi_L(Q_L) - w Q_L(1 + d_L)) \geq \pi_H^0 - (\pi_L(Q_L) - w Q_L(1 + d_L))$$

而优化问题的最优解将在部分约束条件取等号时取到。

根据命题 2 和命题 3,可以结合零售商的保留收益和成本信息分为三种情形分别求解优化问题:

情形 1 高度竞争环境:

$$0 \leq \pi_H^0 - \pi_L^0 < (C_L - C_H) \widehat{Q}_L;$$

情形 2 适度竞争环境:

$$(C_L - C_H) \widehat{Q}_L \leq \pi_H^0 - \pi_L^0 \leq (C_L - C_H) \widehat{Q}_H;$$

情形 3 低度竞争环境:

$$(C_L - C_H) \widehat{Q}_H < \pi_H^0 - \pi_L^0.$$

3.1 高度竞争环境

在这种情况下,L型零售商具有较高的保留收益,虽然仍旧满足 $\pi_H^0 > \pi_L^0$,但 π_L^0 较为接近 π_H^0 ,即 L 型零售商在市场上具有相对强势的竞争力,因而高低两个类型零售商竞争激烈。

引理 1 约束条件(IR2)在最优解处等号成立,即 $\pi_L(Q_L) - w Q_L(1 + d_L) = \pi_L^0$ 。

证明 设 $\pi_L(Q_L) - w Q_L(1 + d_L) \neq \pi_L^0$,则由命题 3,有 $\pi_H(Q_H^*) - w Q_H^*(1 + d_H^*) = \pi_H^0$, $\pi_L(Q_L^*) - w Q_L^*(1 + d_L^*) > \pi_L^0$ 。由此种情况下保留收益的取值范围,以及 $\widehat{Q}_L < Q_H^*$,有

$$\begin{aligned} \pi_L(Q_L^*) - w Q_L^*(1 + d_L^*) &> \pi_L^0 > \pi_H^0 - \\ &(C_L - C_H) \widehat{Q}_L > \pi_H^0 - (C_L - C_H) Q_H^* = \\ &\pi_H(Q_H^*) - w Q_H^*(1 + d_H^*) - (C_L - C_H) Q_H^* \end{aligned}$$

存在 $\varepsilon > 0$,使得

$$\begin{aligned} \pi_L(Q_L^*) - w Q_L^*(1 + d_L^* + \varepsilon) &> \pi_L^0, \\ \pi_L(Q_L^*) - w Q_L^*(1 + d_L^* + \varepsilon) &> \pi_H(Q_H^*) - \\ &w Q_H^*(1 + d_H^*) - (C_L - C_H) Q_H^* \end{aligned}$$

由此可得 $\{(Q_L^*, d_L^* + \varepsilon), (Q_H^*, d_H^*)\}$ 是可行的,并且使得供应商获得更高的期望收益,这与 $\{(Q_L^*, d_L^*), (Q_H^*, d_H^*)\}$ 是最优解相矛盾。

引理 2 约束条件(IC1)在最优解处的等号成立,即

$$\pi_H(Q_H^*) - w Q_H^*(1 + d_H^*) = \pi_L(Q_L^*) - w Q_L^*(1 + d_L^*) + (C_L - C_H) Q_L^*$$

证明 设 $\pi_H(Q_H^*) - w Q_H^*(1 + d_H^*) > (\pi_L(Q_L^*) - w Q_L^*(1 + d_L^*)) + (C_L - C_H) Q_L^*$,由约束条件(IR1),有 $\pi_H(Q_H^*) - w Q_H^*(1 + d_H^*) \geq \pi_H^0$ 。

当 $\pi_H(Q_H^*) - w Q_H^*(1 + d_H^*) > \pi_H^0$,则有 $\varepsilon > 0$,使得 $\pi_H(Q_H^*) - w Q_H^*(1 + d_H^* + \varepsilon) > \pi_H^0$ 和 $\pi_H(Q_H^*) - w Q_H^*(1 + d_H^* + \varepsilon) > (\pi_L(Q_L^*) - w Q_L^*(1 + d_L^*)) + (C_L - C_H) Q_L^*$ 。

容易验证 $\{(Q_L^*, d_L^*), (Q_H^*, d_H^* + \varepsilon)\}$ 是可行解,并且使得供应商获得更高的收益,这与 $\{(Q_L^*, d_L^*), (Q_H^*, d_H^*)\}$ 是最优解相矛盾。

当 $\pi_H(Q_H^*) - w Q_H^*(1 + d_H^*) = \pi_H^0$,由(IC1),有 $\pi_H^0 > (\pi_L(Q_L) - w Q_L(1 + d_L)) + (C_L - C_H) Q_L \geq \pi_L^0 + (C_L - C_H) Q_L$,则 $\pi_H^0 - \pi_L^0 > (C_L - C_H) Q_L^*$ 。并且 $\pi_H^0 - \pi_L^0 < (C_L - C_H) \widehat{Q}_L$,则有 $(C_L - C_H) Q_L^* < \pi_H^0 - \pi_L^0 < (C_L - C_H) \widehat{Q}_L$,即 $Q_L^* < \widehat{Q}_L$ 。

\widehat{Q}_L 使得 $\pi_L(Q_L)$ 取得最优值, $\pi_L(\widehat{Q}_L) > \pi_L(Q_L^*)$ 。存在 $\varepsilon_1 > 0$,使得

$$Q_L^* + \varepsilon_1 < \widehat{Q}_L, \pi_L(\widehat{Q}_L) > \pi_L(Q_L^* + \varepsilon_1) > \pi_L(Q_L^*), \pi_H^0 > \pi_L(Q_L^* + \varepsilon_1) - w Q_L^*(1 + d_L^*) + (C_L - C_H)(Q_L^* + \varepsilon_1)$$

对于约束条件(IR2) ,有 ε_2 ,使得

$$\pi_L(Q_L^* + \varepsilon_1) - w(Q_L^* + \varepsilon_1)(1 + d_L^* + \varepsilon_2) = \pi_L^0$$

容易验证 $\{(Q_H^*, d_H^*) | (Q_L^* + \varepsilon_1, d_L^* + \varepsilon_2)\}$ 是可行解 ,并且使得供应商取得更大收益 ,这与 $\{(Q_H^*, d_H^*) | (Q_L^*, d_L^*)\}$ 是最优解相矛盾 .

由引理 1 和引理 2 ,可得优化问题(P3) ,

$$\max_{\{(Q_H, d_H) | (Q_L, d_L)\}} P(R = L | \alpha = 1) (w - C_S) \times (Q_L(1 + d_L) + (1 - P(R = L | \alpha = 1)) \times (w - C_S) Q_H(1 + d_H))$$

s. t.

$$\pi_H(Q_H) - w Q_H(1 + d_H) \geq \pi_H^0 \quad (IR1)$$

$$\pi_L(Q_L) - w Q_L(1 + d_L) = \pi_L^0 \quad (IR2)$$

$$\pi_H(Q_H) - w Q_H(1 + d_H) = \pi_L(Q_L) - w Q_L(1 + d_L) + (C_L - C_H) Q_L \quad (IC1)$$

$$\pi_L(Q_L) - w Q_L(1 + d_L) > \pi_H(Q_H) - w Q_H(1 + d_H) - (C_L - C_H) Q_H \quad (IC2)$$

$$Q_H \geq 0, Q_L \geq 0$$

在(IR1) 两端同时减去 $C_S Q_H(1 + d_H)$,则有 $\pi_H(Q_H) - C_S Q_H(1 + d_H) - \pi_H^0 \geq (w - C_S) Q_H(1 + d_H)$. 注意到目标函数的第一项 ,有最优解 Q_H^* 使得 $\pi_H(Q_H) - C_S Q_H(1 + d_H) - \pi_H^0$ 取得最大值 ,进而由第 2 节中所述 ,有

$$Q_H^* = \widehat{Q}_H \quad (6)$$

由优化问题(P3) ,及约束条件(IR2) 和(IC1) ,可得目标函数

$$g(Q_L) = (1 - P(R = L | \alpha = 1)) \times \frac{w - C_S}{w} (\pi_H(\widehat{Q}_H) - \pi_L^0 - (C_L - C_H) Q_L) +$$

$$P(R = L | \alpha = 1) \frac{w - C_S}{w} (\pi_L(Q_L) - \pi_L^0)$$

由约束条件(IC1) 和(IR1) ,有 $\pi_H(Q_H) - w \times Q_H(1 + d_H) = \pi_L(Q_L) - w Q_L(1 + d_L) + (C_L - C_H) Q_L \geq \pi_H^0$. 注意到优化问题(P3) 中的约束条件(IR2) ,由上式可得

$$\pi_L^0 - (C_L - C_H) Q_L \geq \pi_H^0 \quad (7)$$

由命题 2 知 $Q_H^* > Q_L^*$,因此在最优解处 ,由

式(7) 可得

$$\pi_L^0 + (C_L - C_H) Q_H \geq \pi_H^0$$

注意到上式为约束条件(IC2) ,并且是由约束条件(IR1) 、(IR2) 和(IC1) 推导出来的 ,因此(IC2) 在此处可以去除掉 .

注意到(IC1) 和(IC2) 这两个约束条件是限制零售商只选择与其类型相对应的合同 ,(IC2) 去除掉则意味着 ,在这种情形下 ,L 型零售商不会选择合同 (Q_H^*, d_H^*) ,而只会选择合同 (Q_L^*, d_L^*) . 并且由(IC1) ,H 型零售商选择合同 (Q_H^*, d_H^*) 或者 (Q_L^*, d_L^*) ,对其收益没有影响 ,但是此时已经达到了筛选零售商的目的 .

命题 4 在零售商高度竞争环境 $0 \leq \pi_H^0 - \pi_L^0 < (C_L - C_H) \widehat{Q}_L$ 中 ,供应商的最优贸易信用合同菜单为 $\{(Q_H^*, d_H^*) | (Q_L^*, d_L^*)\}$,其中

$$Q_H^* = \widehat{Q}_H, Q_L^* = \begin{cases} F^{-1}\left(\frac{-C_L + C_H + \nu(p - C_H)}{p\nu}\right) \\ \text{if } \nu \geq \frac{-C_L + C_H}{F(\max\{\widehat{Q}_H \frac{\pi_H^0 - \pi_L^0}{C_L - C_H}\})^{p-p+C_H}} \\ \max\{\widehat{Q}_H \frac{\pi_H^0 - \pi_L^0}{C_L - C_H}\}, \text{ otherwise} \end{cases} \quad (8)$$

$$d_H^* = \frac{\pi_H(\widehat{Q}_H) - \pi_L^0 - (C_L - C_H) Q_L^*}{w \widehat{Q}_H} - 1,$$

$$d_L^* = \frac{\pi_L(Q_L^*) - \pi_L^0}{w Q_L^*} - 1 \quad (9)$$

证明 由 $w Q_L^*(1 + d_L^*) \geq 0$ 可得优化问题(P3) 的约束条件(IR2) ,

$$\pi_L(Q_L) \geq \pi_L^0$$

进而得到单一变量 Q_L 的优化问题(P4) ,

$$\max_{Q_L} g(Q_L) = (1 - P(R = L | \alpha = 1)) \times$$

$$\frac{w - C_S}{w} (\pi_H(\widehat{Q}_H) - \pi_L^0 - (C_L - C_H) Q_L) +$$

$$P(R = L | \alpha = 1) \frac{w - C_S}{w} (\pi_L(Q_L) - \pi_L^0)$$

$$\text{s. t. } \pi_L(Q_L) \geq \pi_L^0$$

$$\pi_L^0 + (C_L - C_H) Q_L \geq \pi_H^0$$

$$Q_H \geq 0, Q_L \geq 0$$

注意到 $\pi_L(Q_L)$ 是凹函数, 而由 $w Q_L(1 + d_L) = \pi_L^0 \geq 0$, 可知 $\pi_L(Q_L)$ 的最大值大于 π_L^0 , 因此 $\pi_L(Q_L) = \pi_L^0$ 有两个解, 设两个解为 \tilde{Q}_L, \bar{Q}_L , 满足 $\tilde{Q}_L \leq \bar{Q}_L$, 则约束 $\pi_L(Q_L) \geq \pi_L^0$ 等价于 $\tilde{Q}_L \leq Q_L \leq \bar{Q}_L$. 因此优化问题 (P4) 可以简化为

$$\begin{aligned} & \max_{Q_L} g(Q_L) \\ \text{s. t. } & \max\left\{\tilde{Q}_L, \frac{\pi_H^0 - \pi_L^0}{C_L - C_H}\right\} \leq Q_L \leq \bar{Q}_L \end{aligned}$$

如果 Q_L^* 满足以上的约束条件, 可由 $g'(Q_L^*) = 0$. 得

$$Q_L^* = F^{-1}\left(\frac{-C_L + C_H + P(R=L | \alpha=1)(p - C_H)}{pP(R=L | \alpha=1)}\right)$$

设 $P(R=L | \alpha=1) = \nu$, 当 $\max\left\{\tilde{Q}_H, \frac{\pi_H^0 - \pi_L^0}{C_L - C_H}\right\} Q_L \leq Q_L^*$, ν 的取值为

$$\nu \leq \frac{-C_L + C_H}{F\left(\max\left\{\tilde{Q}_H, \frac{\pi_H^0 - \pi_L^0}{C_L - C_H}\right\}\right)p - p + C_H}$$

由此得到最优解 Q_L^* , 即式 (8). 进而由约束 (IR2) 和 (IC1), 得到最优值 d_H^* 和 d_L^* , 即式 (9).

在零售商处于高度竞争的市场环境下, 供应商的最优贸易信用合同中 H 型零售商的最优融资数量是对称信息下的最优融资数量, 而 L 型零售商的则不是, 即信息不对称情形下, 为了筛选不同类型的零售商导致了部分的供应链效率损失.

3.2 适度竞争环境

命题 5 H 型零售商和 L 型零售商的运营成本 and 保留收益满足 $(C_L - C_H) \hat{Q}_L \leq \pi_H^0 - \pi_L^0 \leq (C_L - C_H) \hat{Q}_H$ 时, 供应商的最优贸易信用合同菜单 $\{(Q_H^*, d_H^*)\} \{(Q_L^*, d_L^*)\}$ 其中 $Q_H^* = \hat{Q}_H, Q_L^* = \hat{Q}_L$,

$$\begin{aligned} d_H^* &= \frac{\pi(\hat{Q}_H) - \pi_H^0}{\hat{Q}_H} - 1 \\ d_L^* &= \frac{\pi(\hat{Q}_L) - \pi_L^0}{\hat{Q}_L} - 1 \end{aligned} \quad (10)$$

证明 此种情形下, 两种类型零售商的机会成本满足 $(C_L - C_H) \hat{Q}_L \leq \pi_H^0 - \pi_L^0 \leq (C_L - C_H) \times \hat{Q}_H$, 考虑优化问题 (P2). 由约束 (IC1) 和 (IC2), 有

$(C_L - C_H) Q_L \leq \pi_H(Q_H) - w Q_H(1 + d_H) - (\pi_L(Q_L) - w Q_L(1 + d_L)) \leq (C_L - C_H) Q_H$. 设 $\pi_H(Q_H) - w Q_H(1 + d_H) > \pi_H^0$ 和 $\pi_L(Q_L) - w Q_L(1 + d_L) = \pi_L^0$. 再由 $\pi_H^0 - \pi_L^0$ 的取值范围, d_H 增加会降低零售商的收益, 但仍使得约束成立. 因此约束 (IR1) 和 (IR2) 的等号都成立.

由此, 最优解 Q_H^* 和 Q_L^* 使得 $\pi_H(Q_H)$ 和 $\pi_L(Q_L)$ 取得最大值, 即 $Q_H^* = \hat{Q}_H, Q_L^* = \hat{Q}_L$. 进而易得式 (10).

在零售商处于适度竞争的市场情况下, 供应商提供的最优贸易信用合同使得两种类型零售商的收益均为其保留收益, 融资数量为信息对称情况下的最优融资数量, 融资利率为最优融资利率, 即在信息不对称情形下, 也可以实现供应链协调, 从而供应链效率达到最大. 由此可见, 零售商之间适度竞争有利于供应链的整体收益, 交易双方没有因为彼此的利己行为而导致的供应链整体效率损失.

3.3 低度竞争环境

在这种情况下, H 型零售商在供应商提供的贸易信用合同中要有较高收益, 才会参与到供应链中.

引理 3 优化问题 (P2) 的约束条件 (IR1) 在最优解处等号成立, 即 $\pi_H(Q_H^*) - w Q_H^*(1 + d_H^*) = \pi_H^0$.

与引理 1 的证明类似.

引理 4 优化问题 (P2) 的约束条件 (IC2) 在最优解处等号成立, 即

$$\pi_L(Q_L^*) - w Q_L^*(1 + d_L^*) = \pi_H(Q_H^*) - w Q_H^*(1 + d_H^*) - (C_L - C_H) Q_H^*$$

证明过程与引理 2 的证明过程相类似.

由引理 3 和引理 4, 可得以下优化问题 (P5),

$$\begin{aligned} & \max_{\{(Q_H, d_H)\} \{(Q_L, d_L)\}} P(R=L | \alpha=1)(w - C_S) \times \\ & Q_L(1 + d_L) + (1 - P(R=L | \alpha=1)) \times \\ & (w - C_S) Q_H(1 + d_H) \end{aligned}$$

s. t.

$$\pi_H(Q_H) - w Q_H(1 + d_H) = \pi_H^0 \quad (\text{IR1})$$

$$\pi_L(Q_L) - w Q_L(1 + d_L) \geq \pi_L^0 \quad (\text{IR2})$$

$$\begin{aligned} & \pi_H(Q_H) - w Q_H(1 + d_H) > \pi_L(Q_L) - \\ & w Q_L(1 + d_L) + (C_L - C_H) Q_L \quad (\text{IC1}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \pi_L(Q_L) - w Q_L(1 + d_L) &= \pi_H(Q_H) - \\ w Q_H(1 + d_H) - (C_L - C_H) Q_H &\quad (IC2) \\ Q_H \geq 0 \quad Q_L \geq 0 &\end{aligned}$$

在 (IR2) 两端同时减去 $C_S Q_L(1 + d_L)$, 则有 $\pi_L(Q_L) - C_S Q_L(1 + d_L) - \pi_L^0 \geq w Q_L(1 + d_L) - C_S Q_L(1 + d_L)$. 注意到目标函数中的第二项, 有最优解 Q_L^* 使得 $\pi_L(Q_L) - C_S Q_L(1 + d_L) - \pi_L^0$ 取得最大值, 即

$$Q_L^* = \widehat{Q}_L \quad (11)$$

由约束条件 (IR1) 和 (IC2) , 可得目标函数

$$\begin{aligned} g(Q_H) &= (1 - P(R = L | \alpha = 1)) \times \\ &\frac{w - C_S}{w} (\pi_H(Q_H) - \pi_H^0) + P(R = L | \alpha = 1) \times \\ &\frac{w - C_S}{w} (\pi_L(\widehat{Q}_L) - \pi_H^0 + (C_L - C_H) Q_H) \end{aligned}$$

类似于 3.1 中的证明过程, 可以由 (IR1) 、 (IR2) 和 (IC2) 推导出 (IC1) , 因此 (IC1) 可以去掉. 去掉 (IC1) 意味着 H 型零售商不会选择 L 型零售商的合同 (Q_L^*, d_L^*) , 并且 H 型零售商选择合同 (Q_L^*, d_L^*) 或者 (Q_H^*, d_H^*) 对其收益没有影响, 但此时已经达到了筛选零售商, 以保证供应商收益最大化的目的.

命题 6 在低度竞争 $(C_L - C_H)$ $\widehat{Q}_H < \pi_H^0 - \pi_L^0$ 中, 供应商的最优贸易信用合同菜单为 $\{(Q_H^*, d_H^*), (Q_L^*, d_L^*)\}$ 其中 $Q_L^* = \widehat{Q}_L$,

$$Q_H^* = \begin{cases} F^{-1}\left(\frac{p - C_H - \nu(p - C_L)}{p(1 - \nu)}\right) \\ \text{if } \nu \leq \frac{pF\left(\min\left\{\widehat{Q}_H, \frac{\pi_H^0 - \pi_L^0}{C_L - C_H}\right\}\right) - p + C_H}{pF\left(\min\left\{\widehat{Q}_H, \frac{\pi_H^0 - \pi_L^0}{C_L - C_H}\right\}\right) - p + C_L} \\ \min\left\{\widehat{Q}_H, \frac{\pi_H^0 - \pi_L^0}{C_L - C_H}\right\}, \text{ otherwise} \end{cases} \quad (12)$$

$$d_H^* = \frac{\pi_H(Q_H^*) - \pi_H^0}{w Q_H^*} - 1 ,$$

$$d_L^* = \frac{\pi_L(\widehat{Q}_L) - \pi_H^0 + (C_L - C_H) Q_H^*}{w Q_L^*} - 1 \quad (13)$$

证明 由 $w Q_H(1 + d_H) \geq 0$, 可得约束条件

(IR1) 为 $\pi_H(Q_H) \geq \pi_H^0$. 再由 (IR1) 和 (IC2) 可得以下的单一变量的优化问题 (P6) ,

$$\begin{aligned} \max_{Q_H} g(Q_H) \\ \text{s. t. } \pi_H(Q_H) &\geq \pi_H^0 \\ \pi_H^0 - (C_L - C_H) Q_H &\geq \pi_L^0 \\ Q_H \geq 0 \quad Q_L &\geq 0 \end{aligned}$$

类似于 3.1 节中的证明, 同样注意到 $\pi_H(Q_H)$ 是凹函数, 并且最大值点大于 π_H^0 , 因此 $\pi_H(Q_H) = \pi_H^0$ 有两个解 \widetilde{Q}_H 和 \bar{Q}_H , 设 $\widetilde{Q}_H \leq \bar{Q}_H$, 进而约束 $\pi_H(Q_H) \geq \pi_H^0$ 等价于 $\widetilde{Q}_H \leq Q_H \leq \bar{Q}_H$.

因此有如下简化的优化问题 (P7) ,

$$\begin{aligned} \max_{Q_H} g(Q_H) \\ \text{s. t. } \min\left\{\bar{Q}_H, \frac{\pi_H^0 - \pi_L^0}{C_L - C_H}\right\} \geq Q_H \geq \widetilde{Q}_H \end{aligned}$$

由 $g'(Q_H^*) = 0$ 可以得出最优解 Q_H^* ,

$$Q_H^* = F^{-1}\left(\frac{p - C_H - P(R = L | \alpha = 1)(p - C_L)}{p(1 - P(R = L | \alpha = 1))}\right).$$

令 $P(R = L | \alpha = 1) = \nu$, 当 $\min\left\{\bar{Q}_H, \frac{\pi_H^0 - \pi_L^0}{C_L - C_H}\right\} \geq$

Q_H^* , ν 的取值范围满足

$$\nu \leq \frac{pF\left(\min\left\{\bar{Q}_H, \frac{\pi_H^0 - \pi_L^0}{C_L - C_H}\right\}\right) - p + C_H}{pF\left(\min\left\{\bar{Q}_H, \frac{\pi_H^0 - \pi_L^0}{C_L - C_H}\right\}\right) - p + C_L}$$

最优解 Q_H^* 满足式 (12) . 由约束 (IR1) 和 (IC2) 进一步得到最优解 d_H^* 和 d_L^* 满足式 (13) .

由以上分析可知, 在信息不对称下的贸易信用合同中, 不同竞争环境对于供应链效率的影响是不同的, 其中适度竞争有利于供应链整体效率的提高. 本文分析结果给出了信息不对称情况下供应商的最优贸易信用合同, 在适度竞争环境中贸易信用合同实现了供应链协调, 使得供应链的效率与信息对称情况下的供应链效率相同, 而其他两种情形 (高度竞争和低度竞争) 下, 为筛选零售商而采用的贸易信用合同会导致一定程度的供应链效率损失.

4 算 例

本部分将通过具体算例讨论不同竞争环境下贸易信用合同对于供应链收益、融资数量和融资利率的影响. 假设供应商生产成本为 $C_s = 0.2$ 元/单位, 批发价格为 $w = 0.6$ 元/单位, 而零售商的零售价格为 $p = 2$ 元/单位. 另外, 未售出产品的剩余价值忽略不计. 市场需求随机, 分布函数为

$$F_H = \begin{cases} \frac{x}{50}, & 0 \leq x \leq 50 \\ 1, & 50 < x \end{cases}$$

市场中有两种类型的零售商, H 型零售商的经营成本 $C_H = 0.2$ 元/单位, L 型零售商的经营成本 $C_L = 0.4$ 元/单位, 保留收益为 $\pi_L^0 = 7$ 元. H 型零售商的保留收益 π_H^0 作为变量, 通过计算给出 $\pi_H^0 - \pi_L^0$ 的不同取值范围情况下, 供应商收益、融资数量和融资利率的变化情况,

情形 1 高度竞争环境: $0 \leq \pi_H^0 - \pi_L^0 < (C_L - C_H) \hat{Q}_L$;

情形 2 适度竞争环境: $(C_L - C_H) \hat{Q}_L \leq \pi_H^0 - \pi_L^0 \leq (C_L - C_H) \hat{Q}_H$;

情形 3 低度竞争环境: $(C_L - C_H) \hat{Q}_H < \pi_H^0 - \pi_L^0$.

供应商利用其掌握的信息 α 区分零售商类型, 即当 $\alpha = 0$ 时, 零售商为 L 型零售商, 而当 $\alpha = 1$ 时, 则需要优化合同设计以筛选不同类型零售商. 设当 $\alpha = 1$ 时, 市场中需要区分的零售商中劣质零售商占比为

$$P(R = L | \alpha = 1) = \frac{\mu_s(1 - \lambda)}{\mu_s(1 - \lambda) + \lambda} = 0.3$$

在后面的分析中, π_H^0 的取值范围分别标注为 a b c , 即 a 到 b 为 $0 \leq \pi_H^0 - \pi_L^0 < (C_L - C_H) \hat{Q}_L$, b 到 c 为 $(C_L - C_H) \hat{Q}_L \leq \pi_H^0 - \pi_L^0 \leq (C_L - C_H) \hat{Q}_H$, c 到正无穷为 $(C_L - C_H) \hat{Q}_H < \pi_H^0 - \pi_L^0$.

本文给出了三种情形下供应链整体收益(供应商和零售商收益之和)的变化情况, 如图 1 所示.

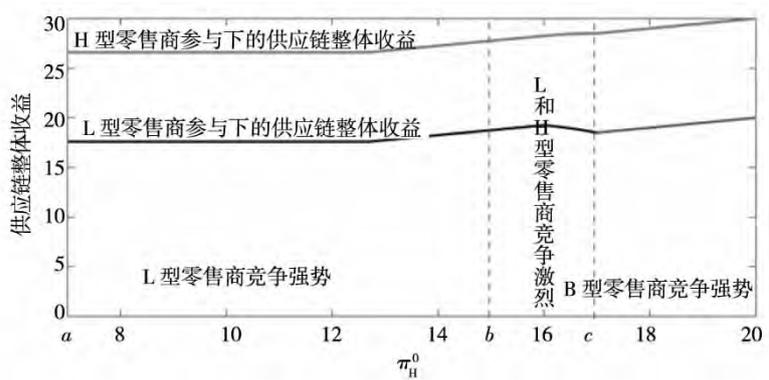


图 1 供应链整体收益

Fig. 1 Benefit of the whole supply chain

1) H 型零售商参与下的供应链整体收益要高于 L 型零售商参与下的供应链整体收益, 也就是说 H 型零售商能够给供应链带来更多的收益, 这是因为 H 型零售商与 L 型零售商最大的区别在于其成本 C_H 和 C_L 及竞争能力(保留收益 π_H^0 和 π_L^0), 低成本、具有较强竞争能力的零售商会给供应链带来更多的收益.

2) 随着 π_H^0 的增大, 供应链整体收益有所增加, 同时随着 H 型零售商竞争能力的增强, 供应商会增加 H 型零售商的融资份额, 但会降低融资利率, 因此在图中看到 L 型零售商参与下的供应链收益也在增加, 而不是随着 H 型零售商竞争能力增强, L 型零售商不再有市场, 即供应链为了吸引竞争力强的 H 型零售商, 也在付出相应的成本.

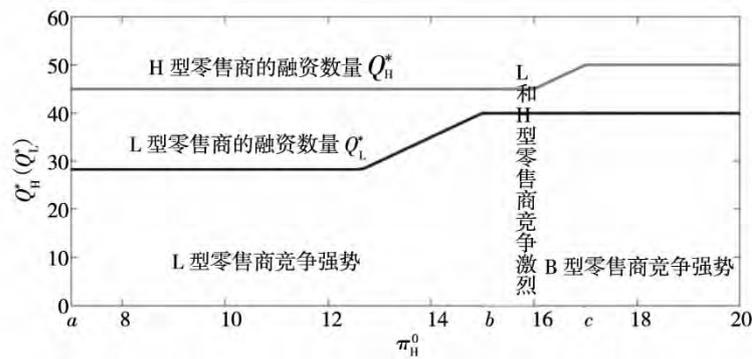


图2 融资数量

Fig. 2 The financing amount

图2中给出了不同情形下,供应商提供给两种类型零售商的融资数量.

1) 提供给H型零售商的融资数量要高于提供给L型零售商的融资数量,这表明供应商会将其更多的产品份额交给H型零售商进行销售,这与实际情况相符.

2) 随着H型零售商和L型零售商保留收益差异增大,即 $\pi_H^0 - \pi_L^0$,H型零售商获得的融资规模增加幅度要小于L型零售商的融资增加幅度,在适度竞争环境: $(C_L - C_H) \hat{Q}_L \leq \pi_H^0 - \pi_L^0 \leq (C_L - C_H) \hat{Q}_H$,两者最为接近.这与供应商为了吸引更多强势的优势零售商而不得不在融资利率上让

步有关(如图3),使得供应商会转而相对减少对H型零售商的融资规模.

最后,本文给出了三种不同情形下的融资利率.由图3中能够看出,供应商提供给L型零售商的融资利率要高于提供给H型零售商的融资利率,并且随着H型零售商竞争力的增强,供应商将会对其采用负利率,也就是在贸易信用中增加一些价格折扣以吸引H型零售商.而且在H型零售商市场竞争力增强条件下,L型零售商也会逐步获得负利率.图中的融资利率变化可以部分解释前面融资数量变化中,L型零售商融资数量也会增加的现象.

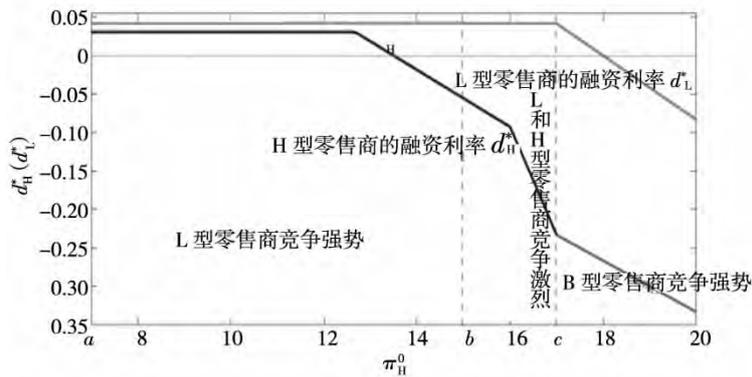


图3 融资利率

Fig. 3 Financing rates

5 结束语

本文考虑了由供应商和零售商构成的两级供应链,零售商面临资金短缺问题,可以通过贸易信用从供应商处获取融资,通过研究给出了供应商的贸易信用合同设计,使得不同类型的零售商选

择与其类型相符合的贸易信用合同.在信息对称情况下,即供应商了解零售商类型,在零售商收益大于其保留收益的条件下,供应商以其收益最大化为目标,给出了最优的贸易信用合同.在信息不对称的情况下,根据两种类型的零售商的保留收益和运营成本的取值范围,分三种情形求解优化问题:高度竞争环境: $0 \leq \pi_H^0 - \pi_L^0 < (C_L - C_H)$

\hat{Q}_L ; 适度竞争环境: $(C_L - C_H) \hat{Q}_L \leq \pi_H^0 - \pi_L^0 \leq (C_L - C_H) \hat{Q}_H$; 低度竞争环境: $(C_L - C_H) \hat{Q}_H < \pi_H^0 - \pi_L^0$, 分别给出了贸易信用最优合同菜单, 并且说明了在第二种情况下, 供应链的运作效率与信息对称情况下的供应链运作效率相同。

本文假设融资数量是供应商和零售商之间的商品交易数量, 即零售商订购的商品全部依赖贸易信用来实现, 但实际中零售商往往是部分资金

短缺, 特别是 H 型零售商更倾向于资金充足; 在考虑零售商类型时是以零售商的保留收益和经营成本来界定的, 而零售商的经营成本中的不同组成, 例如宣传成本等, 会对供应商产生较大的影响, 因此细化零售商的成本也是有必要的; 这里仅仅考虑了单周期情况下的贸易信用问题, 而实际的贸易信用更多是建立在供应链中上下游企业间的长期合作的基础上的, 因此多周期的贸易信用融资更加复杂, 也更加普遍。

参 考 文 献:

- [1] Eliehausen G, Wolken J. An empirical investigation into motives for demand for trade credit [R]. Federal Reserve Board Staff Study No 165, 1993.
- [2] Atanasova G, Wilson N. Bank borrowing constraints and the demand for trade credit: Evidence from panel data [J]. *Managerial and Decision Economics*, 2003, 24: 503–514.
- [3] Petersen M, Rajan R. The benefits of lending relationships: Evidence from small business data [J]. *Journal of Finance*, 1994, 49, 3–37.
- [4] Petersen M, Rajan R. Trade credit: Theories and evidence [J]. *Review of Financial Studies*, 1997, 10, 661–691.
- [5] 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): 57–67.
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): 57–67. (in Chinese)
- [6] Ferris J. A transaction theory of credit use [J]. *Quarterly Journal of Economics*, 1981, 96, 243–270.
- [7] Hui Huang, Xiaojun Shi, Shunming Zhang. Counter-cyclical substitution between trade credit and bank credit [J]. *Journal of Banking & Finance*, 2011, 35(8): 1859–1878.
- [8] Jing B, Chen X, Cai G. Equilibrium financing in a distribution channel with capital constraint [J]. *Productions and Operations Management*, 2012, 21(6): 1090–1101.
- [9] 鲁其辉, 曾利飞, 周伟华. 供应链应收账款融资的决策分析与价值研究 [J]. *管理科学学报*, 2012, 15(5): 10–18.
Lu Qihui, Zeng Lifei, Zhou Weihua. Research on decision-making and value of supply chain financing with accounts receivables [J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2012, 15(5): 10–18. (in Chinese)
- [10] Ng Chee K, Smith J K, Smith R L. Evidence on the determinants of credit terms used in interfirm trade [J]. *Journal of Finance*, 1999, 54, 1109–1129.
- [11] Nilsen J. Trade credit and the bank lending channel [J]. *Journal of Money, Credit, and Banking*, 2002, 34: 226–253.
- [12] Daniela Fabbri, Anna Maria C, Menichini. Trade credit, collateral liquidation, and borrowing constraints [J]. *Journal of Financial Economics*, 2010, 96(3): 413–432.
- [13] Smith J K. Credit and information asymmetry [J]. *Journal of Finance*, 1981, 4, 863–872.
- [14] Long M, Malitz I B, Ravid A. On trade credit, quality guarantees and product marketability [J]. *Financial Management*, 1993, 22, 117–127.
- [15] Deloof M, Jegers M. Trade credit, product quantity, and intragroup trade: Some European evidence [J]. *Financial Management*, 1995, 25(3): 33–43.
- [16] Wilson N, Summer B. Trade credit terms offered by small firms: Survey evidence and empirical analysis [J]. *Journal of Business Finance and Accounting*, 2002, 29, 317–352.
- [17] 陈祥锋. 资金约束供应链中贸易信用合同的决策与价值 [J]. *管理科学学报*, 2013, 16(12): 13–20.
Chen Xiangfeng. Funding constraints in the supply chain decisions and trade credit contract value [J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2013, 16(12): 13–20. (in Chinese)

(下转第 94 页)

- [24] Easley D, Kiefer N M, O'Hara M. The information content of the trading process [J]. *Journal of Empirical Finance*, 1997, 4(2-3): 159-186.

Using Lévy jumps to measure informed trading and the empirical study

GONG Pu, YANG Bo-li

School of Management, Huazhong University of Science & Technology, Wuhan 430074, China

Abstract: There exists informed trading which is motivated by information in the financial markets. It has complex behavior and is difficult to discriminate. The paper uses Lévy jumps of the stock price series as a tool to measure the abnormality of prices so as to detect this special case in the market. Based on the method of estimating the degree of activity of jumps and probability of informed trading (PIN) model, the paper examines the relativity between stock price jumps' degree and PIN in stock trading and finds that there exists a significant correlation between the two, and then further supports the hypothesis that jump activity can be used to measure the informed trading. Except that, the paper presents the computational method of the coefficient of jumps' degree abnormality which can be contrasted. It can be regarded as another tool for the supervising of informed trading.

Key words: Lévy jumps; informed trading; PIN; asset reorganization

(上接第 23 页)

- [18] 陈祥锋, 朱道立. 资金约束与供应链中的融资和运营决策研究 [J]. *管理科学学报*, 2008, 11(3): 70-78.
Chen Xiangfeng, Zhu Daoli. Financial and operation decisions budget constraint supply chain [J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2008, 11(3): 70-78. (in Chinese)
- [19] Lee C H, Rhee B D. Trade credit for supply chain coordination [J]. *European Journal of Operational Research*, 2011, 214(1): 136-146.
- [20] Zhang Qin hong, Lou Jianwen. Coordination of supply chain with trade credit under bilateral information asymmetry [J]. *System Engineering: Theory & Practice*, 2009, 29(9): 32-40.
- [21] Cakanyildirim Metin, Feng Qi, Gan Xianghua, et al. Contracting and coordination under asymmetric production cost information [R]. <http://ssrn.com/abstract=1084584>.

Designing the trade credit contract with competitive retailers

MA Zhong-hua¹, CHEN Xiang-feng²

1. School of Economics & Management, Shanghai Maritime University, Shanghai 201306, China;
2. School of Management, Fudan University, Shanghai 200433, China

Abstract: We study a typical supply chain in which the supplier would like to offer trade credit to the budget-constrained retailers. There exist two types of retailers (Type H and Type L) in the market. We define three different competition market, the high competition, middle competition and low competition market, according to retailers' preserve profits. Then, we set up an adverse selection model to inspect the designing of trade credits to the retailers in each competition market. Furthermore, we examine how the competition in the market affects the trade credit's parameters and the supply chain's performances, and the results show that the trade credit contract is able to coordinate the supply chain in the middle competition market.

Key words: trade credit; adverse selection; supply chain; information asymmetry