

交易信用保险对供应商提供融资的激励作用

王文利^{1,2}, 骆建文¹

(1. 上海交通大学管理学院中美物流研究院, 上海 200030; 2. 太原科技大学经济与管理学院, 山西 太原 030024)

摘要: 交易信用作为一种短期融资模式,可以降低零售商的资金短缺对供应链运营的影响,但是由于市场需求的不确定性,提供交易信用的供应商会面临一定的信用风险。本文假设供应商是风险厌恶的,比较了无保险、全额保险和共同保险下供应商向零售商提供的最优交易信用数量、期望效用及保费。研究表明,有保险合同下供应商向零售商提供的交易信用数量会高于无保险时供应商向零售商提供的交易信用数量;并且随着保险公司赔付比例的增加,共同保险下供应商向零售商提供的交易信用数量会逐渐增加。此外,当供应商的风险厌恶程度很高时购买全额保险,否则购买共同保险,并且当风险厌恶程度越低时要求保险公司的赔付比例越低是供应商的最佳选择。

关键词: 交易信用; 风险厌恶; 全额保险; 共同保险

中图分类号: F272.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-6062(2014)01-0160-06

0 引言

当下游零售商面临资金约束时,上游供应商可以为零售商提供交易信用融资,这是一种以延期付款方式购进行活动而形成的借贷关系。作为一种短期融资行为,交易信用能够在一定程度上帮助零售商缓解由于资金短缺而造成的经营障碍,从而也提高上游供应商的利润。交易信用在实践中也得到了广泛的应用,数据显示1993年美国企业间的应收账款账面价值超过1.5万亿美元,是当年公司新发债券和股票价值的2.5倍;在我国国美、苏宁等零售商也经常通过交易信用占用供应商的货款,以达到资本扩张的目的。但是当市场面临不确定性需求时,零售商可能无力偿还供应商的全部货款,从而导致供应商利润的损失,产生信用风险。信用保险能够有效地转移供应商的应收账款风险,从而激励供应商向零售商提供更多的交易信用融资。在实践中信用保险已经有了较快的发展,其中出口信用保险已是国际贸易中常用的避险工具,而在“2010信用销售发展论坛”上,商务部有关领导表示信用保险同样可以支持国内贸易的发展,商务部将借鉴国外信用销售的经验,进一步推动国内交易信用保险的发展。

有些学者站在零售商的角度,研究了给定交易信用条件下零售商的最优库存、生产、订货等问题,这些文献主要是以EOQ模型为背景,如Goyal^[1]最早给出了存在延期付款时的EOQ模型,成为这一领域的奠基之作;Chung^[2]得到了一个交易信用条件下的关于最优补货周期选择的定理,简化了Goyal模型的求解过程;Teng^[3]则指出Goyal的文献中忽略了

采购成本与销售价格间的差别,并分析了这一差别对库存策略的影响,进一步拓宽了Goyal模型的应用范围。也有一些学者以EPQ模型为背景进行了研究,如Chung和Huang^[4]研究了延迟支付下EPQ模型的最优循环时间;Huang^[5]研究了两层交易信用下,基于EPQ模型的零售商最优补货决策。在这些文献中,需求都是假设成确定的,而对于相关性需求和随机需求下的交易信用问题,Sana和Chaudhuri^[6]研究了依赖于库存水平、时间、价格等的确定性需求下零售商面临交易信用时的最优库存策略;Gupta和Wang^[7]研究了随机需求下零售商面临交易信用时的最优运作策略。也有些学者站在供应商的角度,研究了供应商的信用期决策问题,包括Abad和Jaggi^[8]、Chung和Liao^[9]等。

以上文献都是站在单个企业的角度研究零售商或供应商的最优运作问题,而交易信用的作用更多地是体现供应链上下游企业之间的协作,有些学者从供应链的角度研究了交易信用下供应链的库存协作、利益分配等问题。在库存协作方面,Jaber和Osman^[10]将交易信用视为买卖双方共同的决策变量来研究供应链库存协作问题;Luo^[11]证明了信用期激励机制是一种不等价于数量折扣的新的供应链激励机制;张钦红和骆建文^[12]研究了关于零售商的资金约束与制造商的资金成本存在双边不完全信息时的信用期激励问题;胡劲松和胡玉梅^[13]在模糊环境下研究了制造商-零售商协调问题。在需求依赖价格的情况下,交易信用除了要考虑供应链的库存协作外,还需要考虑产品的最优定价问题,Ho等^[14]、钟远光等^[15]研究了订货与定价的联合决策问题。由于供应

收稿日期: 2012-03-29 修回日期: 2013-03-15

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(71072063);国家自然科学基金青年基金资助项目(71001063)

作者简介: 王文利(1982—),男,湖北省钟祥市人。上海交通大学中美物流研究院博士研究生,太原科技大学经济与管理学院讲师,研究方向:供应链金融。

链中上下游企业的资金成本不同,通过交易信用进行供应链库存协作后会实现成本节约或产生新增利益, Yang 和 Wee^[16]、Chen 和 Kang^[17]、Sarmah 等^[18]主要研究了交易信用产生的成本节约或新增利益如何在供应链上下游企业之间分配的问题。

上述关于交易信用的文献多在给定交易信用条件下研究零售商的最优运作决策或从供应商的角度研究最优信用期、交易信用的激励等问题,并且在研究中都假设供应链中的成员企业都是风险中性的,而对具有风险厌恶的供应商如何规避交易信用风险的研究较少,特别是将保险作为转移信用风险途径的研究很少。本文假设供应商是风险厌恶的,比较了无保险、全额保险和共同保险下供应商的最优交易信用数量、期望效用以及保费,研究供应商的风险厌恶程度对最优运营及保险策略的影响,以及保险对供应商提供交易信用的激励作用。

1 模型假设

考虑单周期需求环境下,在销售季节前,供应商有一个机会生产产品,然后通过零售商销售。模型基本假设如下:(1) 供应商是风险厌恶的,其效用函数为 $U(x)$, 并且 $U'(x) > 0, U''(x) < 0$; (2) 产品的单位生产成本为 c , 提供给零售商的产品批发价为 w , 零售商面临的市场价格为 p , 且有 $c < w < p$; (3) 市场需求 D 具有不确定性, 其概率分布函数和密度函数分别为 $F(\cdot)$ 和 $f(\cdot)$; (4) 零售商没有初始资金, 在销售季节前供应商选择给零售商的交易信用数量 Q ; 需求实现后, 零售商卖供应商提供的产品, 并且支付给供应商货款。如果市场需求很高, 零售商的销售收入超过应支付的货款, 即 $pD \geq wQ$ 时, 供应商得到所有的应收账款; 反之, 如果市场需求很低, 零售商的销售收入不足以全额支付货款, 即 $pD < wQ$ 时, 零售商破产, 此时供应商得到零售商的全部销售收入 pD , 损失为 $wQ - pD$ 。

在没有交易信用保险下, 当供应商向零售商提供交易信用 Q 时, 供应商的效用函数为

$$u_1(Q) = U[\min(wQ, pD) - cQ] \\ = \begin{cases} U(pD - cQ) & D \leq \frac{wQ}{p} \\ U(wQ - cQ) & D > \frac{wQ}{p} \end{cases} \quad (1)$$

对 $u_1(Q)$ 求期望, 并用 $U_1(Q)$ 表示, 有

$$U_1(Q) = \int_0^{\frac{wQ}{p}} U(pD - cQ) dF(D) + \int_{\frac{wQ}{p}}^{\infty} U(wQ - cQ) dF(D) \quad (2)$$

对供应商的期望效用函数求导, 有

$$U'_1(Q) = -c \int_0^{\frac{wQ}{p}} U'(pD - cQ) dF(D) + (w - c) U'(wQ - cQ) \left[1 - F\left(\frac{wQ}{p}\right) \right] \quad (3)$$

命题 1: 无保险时, 供应商向零售商提供的最优交易信用数量 Q_1^* 由 $U'_1(Q_1^*) = 0$ 确定。

证明: 要证明命题 1, 只需证明 $U'_1(Q) < 0$ 成立即可。由

于 $U'(x) > 0, U''(x) < 0$, 由式(3), 有

$$U'_1(Q) = \int_0^{\frac{wQ}{p}} c^2 U''(pD - cQ) dF(D) + U''(wQ - cQ) (w - c)^2 \left[1 - F\left(\frac{wQ}{p}\right) \right] - U'(wQ - cQ) f\left(\frac{wQ}{p}\right) \frac{w^2}{p} < 0 \quad (4)$$

即 $U_1(Q)$ 关于 Q 为凹函数, 故其一阶条件为 0 的解即为最优解。证毕。

2 全额保险

当零售商破产时, 供应商将面临交易信用风险, 因此供应商可以事先购买一份保险合同, 以应对交易信用风险带来的损失。我们首先考虑全额保险情况, 全额保险又称足额保险, 就是保险金额等于保险价值的保险, 即损失由保险人全部承担。全额保险的模型假设如下: (1) 如果市场需求很低, 零售商的销售收入不足以全额支付货款, 保险公司会全额赔付供应商的损失 $wQ - pD$; (2) 市场上的保险公司是完全竞争的, 即此时的保费按照精算公平原则计算; (3) 保险公司对供应商的信息有充分的了解, 即信息是对称的。现实中, 对称信息的假设主要适合以下两种情况: 一种是相对于传统行业, 供应商的成本信息以及市场需求信息都是容易预测的, 比如中国太平洋保险公司就将交易信用保险业务的承保对象集中在食品、汽车等传统行业, 而很少涉及新兴行业; 另一种是相对于政策性保险公司, 他们可以很容易获取买方资信和市场信息, 比如中国出口信用保险公司除了拥有自己庞大的信息数据库外, 还与商务部、海关、行业协会等进行数据资源共享。

全额保险下的保费为

$$m_2(Q) = \int_0^{\frac{wQ}{p}} (wQ - pD) dF(D) = wQF\left(\frac{wQ}{p}\right) - \int_0^{\frac{wQ}{p}} pD dF(D) \quad (5)$$

购买全额保险后, 供应商将肯定能赚取提供交易信用的利润 $wQ - cQ$, 但同时也需要支付保费 $m_2(Q)$, 因此供应商的效用为

$$U_2(Q) = U\left[wQ\left(1 - F\left(\frac{wQ}{p}\right)\right) - cQ + \int_0^{\frac{wQ}{p}} pD dF(D)\right] \quad (6)$$

此时效用是确定的, 因此不用求期望。对供应商的效用求一阶导数, 可得

$$U'_2(Q) = U'\left[wQ\left(1 - F\left(\frac{wQ}{p}\right)\right) - cQ + \int_0^{\frac{wQ}{p}} pD dF(D)\right] \left[w - c - wF\left(\frac{wQ}{p}\right)\right] \quad (7)$$

命题 2: 全额保险下, 供应商向零售商提供的最优交易信用数量为 $Q_2^* = \frac{p}{w} F^{-1}\left(1 - \frac{c}{w}\right)$ 。

证明: 由于 $U'(x) > 0, U''(x) < 0$, 有

$$U'_2(Q) = U''\left[wQ\left(1 - F\left(\frac{wQ}{p}\right)\right) - cQ + \int_0^{\frac{wQ}{p}} pD dF(D)\right] \left[w - c - wF\left(\frac{wQ}{p}\right)\right]$$

$$\begin{aligned}
 & + \int_0^{\frac{wQ}{p}} pDdF(D) \left[w - c - wF\left(\frac{wQ}{p}\right) \right]^2 \\
 & - U' \left[wQ \left(1 - F\left(\frac{wQ}{p}\right) \right) - cQ + \int_0^{\frac{wQ}{p}} pDdF(D) \right] \frac{w^2}{p} f\left(\frac{wQ}{p}\right) < 0
 \end{aligned} \tag{8}$$

即 $U_2(Q)$ 关于 Q 为凹函数,故其一阶条件为 0 的解即为最优解,因此,有 $Q_2^* = \frac{p}{w} F^{-1}\left(1 - \frac{c}{w}\right)$ 。证毕。

从命题 2 可以看出,全额保险下供应商向零售商提供的交易信用数量与供应商的风险偏好程度无关,只与生产成本、批发价、市场价格及市场需求的分布有关。而未来市场需求的变化也不会影响供应商的效用,因为此时交易信用风险已经完全由保险公司承担。

通过比较无保险下供应商提供的交易信用数量与全额保险下供应商提供的交易信用数量,我们有如下定理:

定理 1: $Q_2^* > Q_1^*$, 即全额保险下供应商向零售商提供的最优交易信用数量会高于无保险时供应商向零售商提供的最优交易信用数量。

证明:将式(3)通过分部积分,化为

$$\begin{aligned}
 U'_1(Q) & = U'(wQ - cQ) \left[w - c - wF\left(\frac{wQ}{p}\right) \right] \\
 & + pc \int_0^{\frac{wQ}{p}} U''(pD - cQ) F(D) dD
 \end{aligned} \tag{9}$$

将 Q_2^* 代入上式,由于 $U''(x) < 0$, 有

$$\begin{aligned}
 U'_1(Q_2^*) & = U'(wQ_2^* - cQ_2^*) \left[w - c - wF\left(\frac{wQ_2^*}{p}\right) \right] \\
 & + pc \int_0^{\frac{wQ_2^*}{p}} U''(pD - cQ_2^*) F(D) dD \\
 & = pc \int_0^{\frac{wQ_2^*}{p}} U''(pD - cQ_2^*) F(D) dD < 0
 \end{aligned} \tag{10}$$

因为 $U'_1(Q_1^*) = 0$, 即 $U'_1(Q_2^*) < U'_1(Q_1^*)$, 又因为 $U''_1(Q) < 0$, 即 $U'_1(Q)$ 为减函数,故有 $Q_2^* > Q_1^*$ 成立。证毕。

从定理 1 可以看出,供应商购买全额保险后,其愿意向零售商提供的交易信用数量会高于无保险时供应商向零售商提供的交易信用数量,即交易信用保险进一步激励了供应商向零售商提供交易信用的融资行为。相反,没有交易信用保险,供应商提供交易信用的积极性将大打折扣。比如 2008 年金融危机期间,由于对克莱斯勒公司破产风险的担忧,加拿大 EDC 保险公司宣称将不再办理汽车配件供应商针对克莱斯勒应收账款的保险请求,于是有三分之一的配件供应商都削减了向克莱斯勒的供货数量。

3 共同保险

为了防止道德风险,保险人和被保险人通常会以一个特

定的比例来共同分担损失。在这种情况下,被保险人可以看成是保险标的的共同保险人。当供应商购买共同保险合同,保险公司与供应商共同承担交易信用风险。共同保险在交易信用保险中的应用也很多,比如中国平安财产保险股份有限公司实施的国内短期交易信用保险中,为了督促企业加强风险管理,规定保险人的承保比例为 90%,企业须自负 10% 的经济损失。共同保险的模型假设如下:(1)当出现损失时,保险公司赔付比例为 α ($0 < \alpha < 1$),即当 $pD < wQ$ 时,零售商破产,供应商得到零售商的全部销售收入 pD ,损失为 $wQ - pD$,保险公司赔付 $\alpha(wQ - pD)$;(2)市场上的保险公司是完全竞争的,即此时的保费按照精算公平原则计算;(3)保险公司对供应商的信息有充分的了解。

共同保险下的保费为

$$\begin{aligned}
 m_3(Q) & = \int_0^{\frac{wQ}{p}} \alpha(wQ - pD) dF(D) \\
 & = \alpha wQ F\left(\frac{wQ}{p}\right) - \alpha \int_0^{\frac{wQ}{p}} pD dF(D)
 \end{aligned} \tag{11}$$

共同保险下,供应商的效用函数为

$$u_3(Q) = \begin{cases} U[(1 - \alpha)pD + \alpha wQ - cQ - m_3(Q)] & D \leq \frac{wQ}{p} \\ U[wQ - cQ - m_3(Q)] & D > \frac{wQ}{p} \end{cases} \tag{12}$$

令 $x_1(Q) = (1 - \alpha)pD + \alpha wQ - cQ - m_3(Q)$, $x_2(Q) = wQ - cQ - m_3(Q)$,对 $u_3(Q)$ 求期望,并用 $U_3(Q)$ 表示,有

$$U_3(Q) = \int_0^{\frac{wQ}{p}} U[x_1(Q)] dF(D) + \int_{\frac{wQ}{p}}^{\infty} U[x_2(Q)] dF(D) \tag{13}$$

对供应商的期望效用函数求导,有

$$\begin{aligned}
 U'_3(Q) & = \left[\alpha w - c - \alpha w F\left(\frac{wQ}{p}\right) \right] \int_0^{\frac{wQ}{p}} U'[x_1(Q)] dF(D) \\
 & + U'[x_2(Q)] \left[w - c - \alpha w F\left(\frac{wQ}{p}\right) \right] \left[1 - F\left(\frac{wQ}{p}\right) \right]
 \end{aligned} \tag{14}$$

命题 3:共同保险下,供应商向零售商提供的最优交易信用数量 Q_3^* 由 $U'_3(Q_3^*) = 0$ 确定,此外 Q_3^* 随 α 的增加而增加,且 Q_3^* 满足

$$\frac{\alpha w - c}{\alpha w} < F\left(\frac{wQ_3^*}{p}\right) < \frac{w - c}{w} \tag{15}$$

证明:由于 $U'(x) > 0$, $U''(x) < 0$, 由式(14),有

$$\begin{aligned}
 U''_3(Q) & = \left[\alpha w - c - \alpha w F\left(\frac{wQ}{p}\right) \right]^2 \int_0^{\frac{wQ}{p}} U''[x_1(Q)] dF(D) \\
 & + U''[x_2(Q)] \left[w - c - \alpha w F\left(\frac{wQ}{p}\right) \right]^2 \left[1 - F\left(\frac{wQ}{p}\right) \right] \\
 & - U'[x_2(Q)] \left(1 + \alpha F\left(\frac{wQ}{p}\right) \right) f\left(\frac{wQ}{p}\right) \frac{w^2}{p} < 0
 \end{aligned} \tag{16}$$

即 $U_3(Q)$ 关于 Q 为凹函数,故其一阶条件为 0 的解即为最优解。对 $U'_3(Q_3^*) = 0$ 用隐函数求导,化简后有

$$\begin{aligned}
 & \left\{ \left[\alpha w - c - \alpha w F\left(\frac{wQ_3^*}{p}\right) \right] \left[\alpha w - c - w F\left(\frac{wQ_3^*}{p}\right) \right] \int_0^{\frac{wQ_3^*}{p}} U''[x_1(Q_3^*)] dF(D) + \left[w - c - w F\left(\frac{wQ_3^*}{p}\right) \right] \left[w - c - \alpha w F\left(\frac{wQ_3^*}{p}\right) \right] \right. \\
 & \left. U''[x_2(Q_3^*)] \left[1 - F\left(\frac{wQ_3^*}{p}\right) \right] - U'[x_2(Q_3^*)] \left[w - \alpha w F\left(\frac{wQ_3^*}{p}\right) \right] f\left(\frac{wQ_3^*}{p}\right) \frac{w}{p} \right\} \frac{dQ_3^*}{d\alpha}
 \end{aligned}$$

$$= w \left[1 - F\left(\frac{wQ_3^*}{p}\right) \right] \int_0^{\frac{wQ_3^*}{p}} U'[x_1(Q_3^*)] dF(D) + \left[\alpha w - c - \alpha w F\left(\frac{wQ_3^*}{p}\right) \right] \int_0^{\frac{wQ_3^*}{p}} U''[x_1(Q_3^*)] (wQ_3^* - pD) dF(D) \quad (17)$$

由下文定理 2 的证明(1)可知, $Q_3^* < Q_2^*$, 又因为 $Q_2^* = \frac{p}{w} F^{-1}\left(1 - \frac{c}{w}\right)$, 故有 $w - c - wF\left(\frac{wQ_3^*}{p}\right) > 0$ 。对式(14)分析可知, 既然 $U'_3(Q_3^*) = 0$, 故有 $\alpha w - c - \alpha w F\left(\frac{wQ_3^*}{p}\right) < 0$, 因此有 $\frac{\alpha w - c}{\alpha w} < F\left(\frac{wQ_3^*}{p}\right) < \frac{w - c}{w}$ 。由于 $U'(x) > 0, U''(x) < 0$, 并且 $\int_0^{\frac{wQ_3^*}{p}} U''[x_1(Q_3^*)] p D dF(D) \geq \int_0^{\frac{wQ_3^*}{p}} U''[x_1(Q_3^*)] w Q_3^* dF(D)$, 因此, $\frac{dQ_3^*}{d\alpha} > 0$ 成立。证毕。

从命题 3 可以看出, 共同保险下供应商向零售商提供的交易信用数量随着保险公司赔付比例的增加而增加, 即信用风险转移得越多, 越会激励供应商向零售商提供交易信用的行为。并且随着保险公司赔付比例越大, 共同保险下供应商向零售商提供的交易信用数量越趋近于全额保险下供应商向零售商提供的交易信用数量。

通过比较无保险、全额保险与共同保险下供应商提供的交易信用数量, 我们有如下定理:

定理 2: $Q_3^* < Q_2^*, Q_3^* > Q_1^*$ 即共同保险下供应商向零售商提供的最优交易信用数量居于无保险与全额保险下供应商向零售商提供的最优交易信用数量之间。

证明:(1) 首先证明 $Q_3^* < Q_2^*$ 。将式(14)通过分部积分, 化为

$$U'_3(Q) = U'[x_2(Q)] \left[w - c - wF\left(\frac{wQ}{p}\right) \right] - \int_0^{\frac{wQ}{p}} \left[\alpha w - c - \alpha w F\left(\frac{wQ}{p}\right) \right] U''[x_1(Q)] (1 - \alpha) p F(D) dD \quad (18)$$

由于

$$U'_3(Q_2^*) = U'[x_2(Q_2^*)] \left[w - c - wF\left(\frac{wQ_2^*}{p}\right) \right] - \int_0^{\frac{wQ_2^*}{p}} \left[\alpha w - c - \alpha w F\left(\frac{wQ_2^*}{p}\right) \right] U''[x_1(Q_2^*)] (1 - \alpha) p F(D) dD$$

$$= \int_0^{\frac{wQ_2^*}{p}} U''[x_1(Q_2^*)] (1 - \alpha)^2 c p F(D) dD < 0 \quad (19)$$

因为 $U''_3(Q) < 0$, 即 $U'_3(Q)$ 为减函数, 又因为 $U'_3(Q_3^*) = 0$, 故有 $Q_3^* < Q_2^*$ 成立。
(2) 然后证明 $Q_3^* > Q_1^*$ 。由于 Q_3^* 随 α 的增加而增加, 且当 $\alpha = 0$ 时, 有 $Q_3^* = Q_1^*$, 故在 $0 < \alpha < 1$ 时, $Q_1^* < Q_3^*$ 成立。证毕。

从定理 2 可以看出, 共同保险下供应商向零售商提供的交易信用数量比无保险下供应商向零售商提供的交易信用数量多, 但是比全额保险下供应商向零售商提供的交易信用数量少。当保险公司赔付比例取两个极端值 0 和 1 时, 正好代表供应商不购买保险和购买全额保险两种情况。

4 数值分析

假设供应商的效用函数为负指数形式 $U(x) = -e^{-\beta x}$, $\beta > 0$ 表示供应商的风险厌恶程度, β 越大, 说明供应商越厌恶风险。需求服从 $[0, 1/\theta]$ 的均匀分布, 经过计算, 当供应商购买全额保险时, 其最优交易信用数量为 $Q_2^* = \frac{p(w-c)}{\theta w^2}$, 无

保险和共同保险下, 供应商的最优交易信用数量分别由下列两式确定:

$$\begin{aligned} & \left[\frac{c\theta}{p} + \beta(w-c) \left(1 - \frac{\theta w Q_1^*}{p} \right) \right] e^{-\beta(wQ_1^* - cQ_1^*)} - \frac{c\theta}{p} e^{-\beta c Q_1^*} = 0 \quad (20) \\ & \frac{\left[\alpha w - c - \alpha \theta \frac{w^2 Q_3^*}{p} \right] \theta}{(1-\alpha)p} \left[e^{-\beta(wQ_3^* - cQ_3^* - \frac{w^2 Q_3^{*2} \theta}{2p})} - e^{-\beta(\alpha w Q_3^* - cQ_3^* - \frac{w^2 Q_3^{*2} \theta}{2p})} \right] \\ & = \beta \left(w - c - \frac{\alpha \theta w^2 Q_3^*}{p} \right) \left(1 - \frac{\theta w Q_3^*}{p} \right) e^{-\beta(wQ_3^* - cQ_3^* - \frac{w^2 Q_3^{*2} \theta}{2p})} \quad (21) \end{aligned}$$

假设供应商的生产成本 $c = 1$, 供应商提供给零售商的产品的批发价 $w = 1.2$, 产品的销售价格 $p = 1.5$ 。可以看出供应商的销售利润率为 16.7%, 零售商的销售利润率为 20%, 高于供应商的销售利润率。也就是说, 实施交易信用对供应链来说是有利的, 参数设置较合理。假设市场的最大需求量 $1/\theta = 100$, 此时 $Q_2^* = 20.83$ 。不同情形下供应商的风险厌恶程度与其提供的最优交易信用数量由图 1 所示。

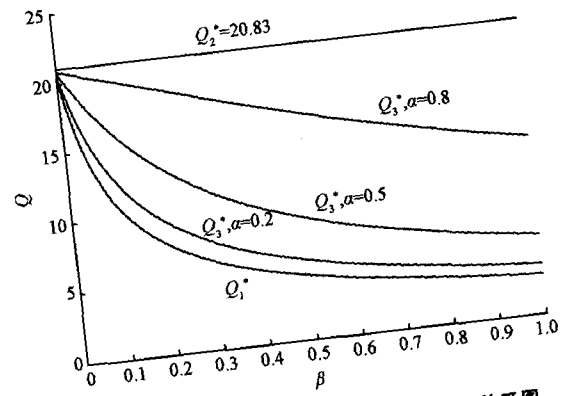


图 1 供应商的风险厌恶程度与交易信用数量关系图

从图 1 可以看出, 全额保险下供应商向零售商提供的交易信用数量与供应商的风险偏好程度无关, 这与命题 2 的结论一致。除此之外, 无保险和共同保险下, 供应商向零售商提供的交易信用数量都随着供应商风险厌恶程度的增加而减少。从图 1 还可以看出, 共同保险下供应商向零售商提供的交易信用数量居于无保险与全额保险下供应商向零售商提供的交易信用数量之间, 且随着保险公司赔付比例的增加, 这与命题 3 和定理 2 的结论一致。

计算不同情形下供应商的期望效用与保费, 如表 1 所示。从表 1 可以看出, 全额保险下供应商的最优交易信用量与保费都是固定的, 不随供应商风险厌恶程度的变化

表1 不同情形下供应商的最优交易信用数量、期望效用和保费

β	无保险		全额保险			共同保险($\alpha=0.2$)			共同保险($\alpha=0.5$)			共同保险($\alpha=0.8$)		
	Q_1	U_1	Q_2	U_2	m_2	Q_3	U_3	m_3	Q_3	U_3	m_3	Q_3	U_3	m_3
0.1	10.8	-0.88	20.83	-0.81	2.08	12.9	-0.75	0.16	16.3	-0.73	0.64	19.88	-0.76	1.52
0.2	7.83	-0.82	20.83	-0.66	2.08	9.54	-0.67	0.09	13.4	-0.6	0.43	18.98	-0.59	1.38
0.3	6.33	-0.78	20.83	-0.54	2.08	7.73	-0.62	0.06	11.4	-0.53	0.31	18.07	-0.46	1.25
0.4	5.12	-0.76	20.83	-0.44	2.08	6.43	-0.59	0.04	9.84	-0.48	0.23	17.17	-0.37	1.13
0.5	4.52	-0.73	20.83	-0.35	2.08	5.52	-0.57	0.03	8.73	-0.44	0.18	16.16	-0.3	1
0.6	4.02	-0.72	20.83	-0.29	2.08	5.02	-0.54	0.024	7.73	-0.41	0.14	15.36	-0.25	0.91
0.7	3.51	-0.7	20.83	-0.23	2.08	4.52	-0.53	0.02	7.13	-0.39	0.12	14.56	-0.21	0.81
0.8	3.21	-0.69	20.83	-0.19	2.08	4.22	-0.51	0.017	6.53	-0.37	0.1	13.96	-0.18	0.75
0.9	3.01	-0.68	20.83	-0.15	2.08	3.82	-0.5	0.014	6.02	-0.35	0.09	13.15	-0.16	0.66
1	2.71	-0.67	20.83	-0.12	2.08	3.51	-0.49	0.012	5.72	-0.33	0.08	12.65	-0.13	0.61

化;相同赔付比例的共同保险下供应商的保费是随供应商风险厌恶程度的增加而减少的,这主要是因为随供应商风险厌恶程度的增加,供应商向零售商提供交易信用的数量是递减的,而保费是随交易信用数量的增加而增加的。从表1还可以看出,当供应商的风险厌恶程度很高时(如 $\beta \geq 0.9$),全额保险下供应商的期望效用最高;否则,共同保险下供应商的期望效用最高,并且供应商的风险厌恶程度越低,供应商期望效用最高所需要的保险公司的赔付比例越低。因此,风险厌恶的供应商应该根据自己的风险厌恶程度选择合适的赔付比例以最大化自己的期望效用。

5 结论

交易信用作为一种短期融资行为,能够在一定程度上帮助零售商缓解由于资金短缺而造成的经营障碍。本文假设供应商是风险厌恶的,比较了无保险、全额保险和共同保险下供应商向零售商提供的最优交易信用数量及期望效用。研究表明,保险合同下供应商向零售商提供的交易信用数量会高于无保险时供应商向零售商提供的交易信用数量;并且随着保险公司赔付比例的增加,共同保险下供应商向零售商提供的交易信用数量会逐渐增加。此外,当供应商的风险厌恶程度较高时购买全额保险,否则购买共同保险,并且当风险厌恶程度越低时要求保险公司的赔付比例越低是供应商的最佳选择。研究的结论能够为供应商选择合适的交易信用保险策略提供实践指导。本文的研究假设保险公司对供应商经营的信息有充分的了解,而现实中保险公司掌握的供应商的信息可能是不完全的,因此信息不对称下保险公司与提供交易信用的供应商之间的博弈是今后的研究方向。

参 考 文 献

[1] Goyal SK. Economic order quantity under conditions of permissible delay in payments [J]. Journal of the Operational Research Society, 1985, 36: 335 ~ 338.
[2] Chung KJ. A theorem on the determination of economic order quantity under conditions of permissible delay in payments [J].

Computers and Operations Research, 1998, 25(1): 49 ~ 52.
[3] Teng JT. On the economic order quantity under conditions of permissible delay in payments [J]. Journal of the Operational Research Society, 2002, 53(8): 915 ~ 918.
[4] Chung KJ, Huang YF. The optimal cycle Time for EPQ inventory model under permissible delay in payments [J]. International Journal of Production Economics, 2003, 84: 307 ~ 318.
[5] Huang YF. Optimal retailer's replenishment decisions in the EPQ Model under two levels of trade credit policy [J]. European Journal of Operational Research, 2007, 176: 1577 ~ 1591.
[6] Sana SS, Chaudhuri KS. A deterministic EOQ model with delays in payments and price-discount offers [J]. European Journal of Operational Research, 2008, 184(2): 509 ~ 533.
[7] Gupta D, Wang L. A stochastic inventory model with trade credit [J]. Manufacturing & Service Operations Management, 2009, 11(4): 4 ~ 18.
[8] Abad PL, Jaggi CK. A joint approach for setting unit price and the length of the credit period for a seller when end demand is price sensitive [J]. International Journal Production Economics, 2003, 83: 115 ~ 122.
[9] Chung KJ, Liao JJ. Lot-sizing decisions under trade credit depending on the ordering quantity [J]. Computers and Operations Research, 2004, 31: 909 ~ 928.
[10] Jaber MY, Osman IH. Coordinating a two-level supply chain with delay in payments and profit sharing [J]. Computers & Industrial Engineering, 2006, 50(4): 385 ~ 400.
[11] Luo JW. Buyer-vendor inventory coordination with credit period incentives [J]. International Journal of Production Economics, 2007, 108: 143 ~ 152.
[12] 张钦红, 骆建文. 双边不完全信息下的供应链信用期激励机制 [J]. 系统工程理论与实践, 2009, 29(9): 32 ~ 40.
[13] 胡劲松, 胡玉梅. 模糊环境下考虑缺货和延期支付的 Stackelberg 均衡策略 [J]. 管理工程学报, 2011, 25(2): 87 ~ 94.
[14] Ho CH, Ouyang LY, Su CH. Optimal pricing, shipment and payment policy for an integrated supplier-buyer inventory model

- with two-part trade credit[J]. *European Journal of Operational Research*, 2008, 187(2): 496 ~ 510.
- [15] 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.
- [16] Yang PC, Wee HM. A collaborative inventory system with permissible delay in payment[J]. *Mathematical and Computer Modelling*, 2006, 43: 209 ~ 221.
- [17] Chen LH, Kang FS. Integrated vendor-buyer cooperative inventory models with variant permissible delay in payments[J]. *European Journal of Operational Research*, 2007, 183(2): 658 ~ 673.
- [18] Sarmah SP, Acharya D, Goyal SK. Buyer-vendor coordination models in supply chain management[J]. *European Journal of Operational Research*, 2006, 175(1): 1 ~ 15.

The Incentive Effect of Trade Credit Insurance on Suppliers Providing Financing

WANG Wen-li^{1,2}, LUO Jian-wen¹

(1. School of Management, Sino-US Global Logistics Institute, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200030, China;

2. School of Economics and Management, Taiyuan University of Science and Technology, Taiyuan 030024, China)

Abstract: Capital constraints keep retailers from engaging in product purchasing from their suppliers, thereby reducing their suppliers' sales. Therefore, suppliers have the incentive to relieve their retailers from capital burden by providing trade credit. Trade credit, as a short-term financing mode, can be used to reduce the influence of retailers' capital shortage on the operation of supply chain. However, the suppliers who provide trade credit financing will probably bear some credit risks because of demand uncertainty. Trade credit insurance can transfer some credit risks to the insurance company and stimulate suppliers to provide trade credit financing. In this paper, we study the incentive effect of trade credit insurance on financing from suppliers.

We consider a risk-averse supplier that sells a product through a retailer which has no initial capital over a single selling season. The supplier has only one chance to produce the product before the selling season. The market demand during the selling season is uncertain. The supplier has to decide the trade credit amount before the selling season. After the demand is realized, the retailer sells the units that the supplier provides and pays for the units. If the market demand turns out to be high and the retailer's selling revenue exceeds the promised payment, the supplier will receive his account receivable in full. On the other hand, if the market demand is low and the retailer's selling revenue is insufficient to pay for the units in full, the supplier will force the retailer into bankruptcy to acquire the residual value of the retailer. We compare the risk-averse supplier's optimal trade credit quantities, expected utilities and insurance premiums among non-insurance policy, full insurance policy and co-insurance policy. We assume there is a perfectly competitive insurance market in which the insurer provides insurance at a fair price.

It is shown that the optimal trade credit quantity that the supplier gives the retailer under insurance policy is larger than that without insurance policy. It is also shown that the optimal trade credit quantity that the supplier gives the retailer under co-insurance policy is increasing in the proportion to the premium covered by insurance company. The optimal trade credit quantity that the supplier gives the retailer under co-insurance policy is between the quantity that the supplier gives the retailer without insurance policy and the quantity that the supplier gives the retailer under full insurance policy. The optimal trade credit quantity that the supplier gives the retailer under full insurance policy is independent of the supplier's risk-averse degree, while the optimal trade credit quantities that the supplier gives the retailer without insurance policy and under co-insurance policy are decreasing in the supplier's risk-averse degree. Besides, it is the supplier's optimal choice that when its risk-averse degree is high he buys a full insurance policy; otherwise, it buys a co-insurance policy and asks for a lower coverage proportion when its risk-averse degree is lower.

Finally, the numerical study provides suggestions for suppliers of the supply chain to choose proper insurance policy in order to reduce its trade credit financing risks.

Key words: trade credit; risk aversion; full insurance; co-insurance

中文编辑: 杜 健; 英文编辑: Charlie C. Chen