供应链信息分享条件下贸易信贷合同及真实信息分享激励设计研究

王超

（湖南大学工商管理学院，湖南省长沙市，410082）

摘要：在需求不确定的情况下，供应商和零售商为应对不确定性带来的风险，会各自采取对自身有利的决策，这样容易导致供应商和零售商的利益出现冲突。供应链中的零售商能够较为准确的预测市场需求信息，这使得资金约束零售商在与供应商的博弈过程中，会策略性地利用自己的信息优势，影响供应商的决策方向。供应商需要对信息分享与信息不分享过程中的贸易信贷合同进行分析。供应链中信息的不对称性关系到供应链中供应商以及零售商的收益，对供应链中的贸易信贷合同产生影响。研究信息分享下供应链的贸易信贷合同，具有很大的价值。论文在市场需求信息非对称的前提下，构建了二级供应链中不同信息分享条件下贸易信贷合同方案，对零售商真实进行信息分享进行激励设计，并分析了信息分享对贸易信贷合同的影响。

关键词：信息分享；资金约束；贸易信贷；非对称信息

中图分类号： F270 **文献标识码：**A

0 引言

目前，在外生给定供应链信息结构基础上来进行大多数关于信息分享的研究，而且很少有文章对信息分享条件贸易信贷合同决策进行讨论。学者对供应链信息分享的探索在研究主体选择上，主要包括两类，即垂直供应链上下游企业以及供应链同级相竞争企业，Lee 则选择上下游两级企业为研究主体，对其信息分享做出了定量研究，研究结论认为它能有效解决牛鞭效应[1]。虽然供应链信息分享水平能够高效率影响供应链的运作效率，但针对供应链中各个成员组织而言，存在很多不确定性，因此供应链组成成员之间的信息分享同样成为了学者们研究的重点。Lee（2000）对两级供应链中的信息分享进行了量化分析，并且进一步说明了“牛鞭效应”可以通过信息分享得到有效缓解[2]。虽然信息分享对供应链整体可能有利，然而对供应链中的不同成员利弊并非相同，所以对供应链成员中信息分享动机的讨论就变得十分必要了。Li（2002）对由一个供应商和多个零售商组成的供应链中的信息分享动机进行了研究[3]。Li 和 Zhang(2008)考虑在价格竞争条件下对供应链成员的信息分享动机问题进行了进一步地讨论，研究结果表明在一定参数以及信息分享的保密性可实现的条件下，零售商会分享真实的信息[4]。Özer,和 Wei(2006)研究发现，在批发价格合同中，放大需求预测信息对具有信息优势的制造商更为有利，供应商能够预测到制造商的这一策略行为，可能对制造

商提供的预测信息保持怀疑[5]。由于信息分享对不同条件下，供应链中成员的利弊各不相同，并且分享的信息并不一定真实，不具备信息优势的企业可以通过设计合同来对分享信息进行筛选[6]。综上所述，信息分享动机问题在研究信息分享时应该予以关注。Anand 和 Goyal(2009)研究价格契约下供应链各成员的信息分享问题发现，供应商为了最大化自身利润，会选择性地将所接收到的分享信息泄露给信息分享参与方的竞争对手，而这会直接导致供应链整体收益的减少[7]。对此，Kong(2013)的研究发现，在有一个供应商和存在竞争关系的两个零售商的供应链中，通过设计收益分享契约，可以对供应链中收益进行合理地分摊，这能够供应链中信息泄露事件发生起到一定的制约效应[8]。 这两项研究的忽略了一点，没有同一竞争水平的两个零售商和供应商的议价能力是没有差别的。供应中信息分享不同条件下各成员的利益冲突使得研究信息分享问题变得更加复杂。国内学者关于信息分享的研究主要是，考虑在价格契约条件下或是收益分享契约下对供应链中信息分享进行研究，而关于信息分享对贸易信贷合同决策研究并不多见[9-13]。本文则主要研究由一个供应商和零售商组成的二级供应链中，处于信息优势（存在资金约束）的零售商信息分享对贸易信贷合同决策的影响。

本文的研究意义主要分为理论意义和实践意义。本文的理论意义主要在于：在基于理性人假说、信息分享内生以及事后信息分享的前提下，本文通过建立不同条件下数学模型，研究信息分享对供应商收益产生的影响，讨论了零售商信息分享的动机，并且对不同参数条件下贸易信贷合同决策进行分析，不同于传统的信息分享贸易信贷合同研究。本文的研究丰富了现有研究成果，为供应链信息分享贸易信贷合同方案理论体系的构建提供了一定的参考依据。本文的实践意义在于：本文研究的问题来源于生活实践，对于资金宽松和信息劣势的供应商来说，在向资金约束方提供贸易信贷合同进行贸易信贷合同方案时可以根据本文的贸易信贷合同方案来解决实际企业运作中与信息分享方零售商的利益冲突问题，利用信息分享对贸易信贷合同方案的影响合理地选择贸易信贷合同方案，对于分享信息的真实性进行辨别，从而使得自身收益进一步提高。

1 模型假设及符号

1.1 模型假设

考虑由一个供应商和一个零售商组成的二级供应链。假设某供应商 S 生产某种产品，有零售商 R 需要从供应商 S 订购该产品，但进行销售，是 S 以批发价 W 委托零售商 R 进行销售。零售商 R 根据自己所预测到的市场需求信息来进行产品的订购，供应商 S 根据自己的库

存数量以及零售商 R 所分享的市场需求信息及自身所掌握的信息来进行贸易信贷合同方案的设定。其中零售商 R 和供应商 S 由于处在供应链中的节点位置的不同，因而对市场需求的了解程度不一样，比如 R 由于长期靠近市场，在市场需求信息的获取方面相对于 S 来说更具有优势，因此本文假设 R 在订货决策之前就知道市场需求的具体情况，相对地，S 则只知道市场需求类型的概率。因此，市场需求具体类型信息是 R 的私有信息，双方在信息非对称条件下展开竞争博弈。

论文的研究基于以下四个主要假设展开。

假设 1:供应链中信息分享所有参与者是理性的[14-18]。

本文将引入理性期望均衡的概念来分析供应链各结点的策略行为:1) S 将基于未来收益和 R 的订货以及信息分享策略的期望，而设定相应的库存水平 K 以及融资利率 R；2)零售商 R 将基于对市场需求信息的掌握情况以及自身的订购数量和供应商的库存水品，而决定产品市场需求信息是否与供应商进行分享的决策；3）如果分享，如果在进行信息分享之后零售商的收益会增加，则此时零售商可能会乐意分享市场需求信息；反之，当零售商分享市场需求信息时，零售商的收益会减少，那么此时零售商则可能对所掌握的市场需求信息采取保留即不分享的决策。4）如果供应商在零售商分享市场需求信息之后，供应商的收益会有所增加，零售商的收益也会同时增加，那么此时供应商会根据零售商分享市场需求信息而设定库存数量 K 以及融资利率 r；而如果供应商在零售商分享市场需求信息之后收益会减少，则此时，供应商不会要求零售商分享需求信息，所采取的贸易信贷合同方案是在零售商未分享市场需求信息的情况下进行的；5）当零售商分享市场需求信息之后，供应商的收益增加，但此时零售商的收益在相应的减少，而此时零售商收益减少的数量刚好小于供应商增加的数量，那么此时供应商可以对零售商提供一定的订购优惠策略，以弥补零售商信息分享所带来的损失，因而此时零售商仍然会乐意分享自己所预测到的需求市场信息，此时供应商仍然会根据零售商在信息分享的情况下来进行贸易信贷合同方案的制定。

假设 2:信息分享的策略是事后而不是事前的[19]。

一般而言信息分享的决策在获得信息之前就已经确定，并基于信息必然分享(或不分享)的前提，讨论其对供应链绩效的影响；本文放松了这一假设，信息优势方 R 可以在获得市场需求信息以后，根据信息的确切内容，才决定是否信息分享给提供信贷贸易合同的供应商 S。

因此，在本文中信息分享是事后的，信息分享与否，以及信息分享的方式是可以决策的。

假设 3:供应链中零售上存在资金约束，而供应商资金充足[20]。

本研究中的零售商存在资金约束的困境，因而在向供应商进行订购产品时会采取赊购的策略，此时供应商资金充足，但是仍然要承担零售商到期不能付款的风险，因而供应商有动机设计一个贸易信贷合同,使得有资金约束的零售商真实的分享信息。这时供应商会根据不同分享信息条件下来制定贸易信贷合同方案，决策合同内容包括库存数量和融资利率。

假设 4：假设供应链中供应商并不一定确信零售商分享的市场需求信息[21]。

一般在研究信息共享时，假设信息优势方一旦决策分享信息，则其必将真实披露信息，信息接收方也必然确信其信息传递的真实性,因此此时零售商分享的市场需求信息会直接决定信贷提供方贸易信贷合同决策合同的制定。本文基于理性决策者这一假设，因为理性决策者零售商有可能基于期望利润最大化的前提，隐瞒真实信息。比如，当市场需求信息为 L 类型时，零售商可能为了自身利润最大化而向供应商传递市场需求信息为 H 类型。因此，为了确保零售商传递信息的有效性，在某些条件下，供应商需要采取某种激励制约，使得零售商传递的分享需求信息真实有效。

1.2 变量设计

表 1 模型变量及符号

符号	符号说明
c	供应商单位产品生产成本
p	零售商的销售价格
w	供应商的批发价格
H	表示市场需求为高类型
L	表示市场需求为低类型
θ	市场需求类型，其值为H或L
r	融资利率
q	零售商的订购量
q_θ	市场需求类型为θ时的订购数量
F	市场需求类型为θ时的分布函数
K	供应商的库存量
Π	供应商的收益

π	零售商的收益
π_θ	市场需求为θ时，零售商的收益
$S(q)$	零售商的销售量
$S_\theta(q_\theta)$	市场需求类型为θ类型时的销售量
D	表示市场需求
D_θ	市场需求为θ类型
β	为一常数表示市场中需求分布为D_H的概率为β
$F(x)$	市场需求分布函数
$F_\theta(x)$	市场需求类型为θ类型时的分布函数
$f(x)$	市场需求密度函数
$f_\theta(x)$	市场需求类型为θ类型时的密度函数

2 无信息分享下二级供应链贸易信贷合同

2.1 需求函数

由供应商和一个具有资金约束的零售商组成的两级供应链，供应商资金充足，零售商与供应商签订贸易信贷合同。供应商以批发价将产品销售给零售商，零售商再以零售价格将产品销售给终端消费者。给定$\theta > 0$时市场需求为D_θ，$D_\theta = X$，X为随机变量，其分布函数为$F(x)$，密度函数为$f(x)$。θ有两种可能取值H和L且$H > L$，令$F_\theta(x) = F(x|\theta)$，其中$\theta = H, L$，其中$H$和$L$为常数分别对应于$\theta$在市场需求信息为高或低的情况下的取值。假设供应商可以通过一些商业手段，调研或咨询等，获得市场上零售商所掌握的市场需求信息类型，当零售商预测到市场需求信息为高时，这时候零售商会真实有效地将市场需求信息传递给供应商；而当零售商预测到市场需求信息为低时，这时候零售商为了自身收益的最大化可能所传递给供应商的市场需求信息存在误导性，将低类型市场需求信息传递为高类型市场需求信息，这将损害供应商的收益，因而供应商需要制定相应的信贷贸易合同，对零售商分享信息的行为进行激励约束，确保零售商传递信息的有效性，从而规避这一类有损自身收益的事件的发生，防止零售商将低类型市场需求信息传递为高类型市场需求信息。

2.2 无信息分享下贸易信息合同设计

在无信息分享的条件下，市场需求可能为高或低，此时供应商无法从零售商那里获得关

于市场的信息，只能依靠自身所掌握的相关信息来对市场需求进行判断，在分散决策中，根据相关的数学模型求解出不同市场需求类型情况下零售商、供应商的收益，对不同市场需求类型的收益情况进行分析比较，最后以供应商为主导的零售商根据自身利润最大化为导向来制定贸易信贷合同方案，确定库存水平以及融资利率，并得出相关的结论。由于在集中决策时，供应链中供应商以及零售商组成了一个整体，而贸易信贷合同方案分析的是供应商与零售商之间的应收账款模式下融资利率及库存水平分析，此时不利于分析内部的融资利率，因而在这种情况下需要对供应链中的供应商和零售商进行分散决策分析。

在信息不分享的前提下，应商无法从零售商那里获得关于市场的信息，只能依靠市场期望需求的判断来设立库存以及融资利率。市场中需求分布为D_H的概率为β，需求分布为D_L的概率为$1-\beta$，此时供应商没有任何信息，无法判断市场需求信息的类型，此时供应商不区分市场需求的类型，仅提供一种贸易信贷合同(K^N,r^N)。则此时供应商的收益记为Π^N，零售商的收益为π_θ。此时，供应商收益函数的表达式为：

$$\Pi^N = w(1+r)E_\theta(q_\theta) - cK \tag{2.1}$$

零售商收益的表达式为：

$$\pi_\theta = pS_\theta(q_\theta) - w(1+r)q_\theta,\ \ \theta = H, L \tag{2.2}$$

此时，销售量的表达式为：

$$S_\theta(q_\theta) = \int_0^{q_\theta} xf(x)\,dx + \int_{q_\theta}^{+\infty} q_\theta f(x)\,dx \tag{2.3}$$

在博弈的第三阶段，考虑到供应商的库存水平 K 和融资利率 r，基于θ的需求预测，零售商选择他的订货量。为了使得利润最大化，零售商的最优订货量为$q_\theta^N(K,r)$，将(2.3)式代入(2.2)式，并对π_θ求出关于q_θ的偏导数，并令导数值为 0，则可以得到：

$$S'_\theta\left(q_\theta^N(K,r)\right) = \bar{F}\left(\frac{q_\theta^N(K,r)}{\theta}\right) = \frac{w(1+r)}{p} \tag{2.4}$$

订货量决策为：

$$q_\theta^N(K,r) = min\left[\theta \bar{F}^{-1}\left(\frac{w(1+r)}{p}\right), K\right] \tag{2.5}$$

2.3 供应商的库存决策以及贸易信贷合同方案

由于供应商的订购量期望值要小于自身的库存水平，因而结合零售商的订货量决策我们可以得到供应商订货量期望的表达式：

$$E_\theta\left[q_\theta^N(K,r)\right]=E_\theta\left\{min\left[\theta\bar{F}^{-1}\left(\frac{w(1+r)}{p}\right),K\right]\right\} \tag{2.6}$$

$$=\begin{cases} K & L\cdot\bar{F}^{-1}\left(\frac{w(1+r)}{p}\right)\geq K \\ [\beta H+(1-\beta)L]\bar{F}^{-1}\left(\frac{w(1+r)}{p}\right) & H\cdot\bar{F}^{-1}\left(\frac{w(1+r)}{p}\right)\leq K \\ (1-\beta)L\bar{F}^{-1}\left(\frac{w(1+r)}{p}\right)+\beta K & L\cdot\bar{F}^{-1}\left(\frac{w(1+r)}{p}\right)<K<H\cdot\bar{F}^{-1}\left(\frac{w(1+r)}{p}\right) \end{cases} \tag{2.7}$$

(1)当$L\cdot\bar{F}^{-1}(w(1+r)/p)\geq K$时，$E_\theta\left[q_\theta^N(K,r)\right]=K$，供应商的期望利润为：

$$\Pi^N(K,r)=[w(1+r)-c]\cdot K \tag{2.8}$$

此时，供应商的收益随着库存水平 K 的增大而增大，这时供应商的最优信贷贸易合同（K_1,r^{N1}），此时供应商受益的最大值在$K=L\cdot\bar{F}^{-1}\left(\frac{w(1+r^{N1})}{p}\right)$时取得

假设$K_1=L\cdot y(r^{N1})$，$y(r^{N1})=\bar{F}^{-1}\left(\frac{w(1+r^{N1})}{p}\right)$，将它们代入公式(2.8)，则可以得到：

$$\Pi^N(K,r)=[w(1+r)-c]\cdot L\cdot y(r^{N1}) \tag{2.9}$$

此时求供应商的收益对融资利率r的偏导数，可以得到：

$$\frac{\partial\Pi^N(K,r)}{\partial r}=w\cdot L\cdot y(r^{N1})+[w(1+r)-C]\cdot L\cdot\frac{\partial y(r^{N1})}{\partial r^{N1}} \tag{2.10}$$

又根据$y(r^{N1})=\bar{F}^{-1}\left(\frac{w(1+r^{N1})}{p}\right)$，则可以求出：

$$\bar{F}\left(y(r^{N1})\right)=\frac{w(1+r^{N1})}{p} \tag{2.11}$$

方程两边同时对r^{N1}进行求导，可以得到：

$$\frac{\partial y(r^{N1})}{\partial r^{N1}}=-\frac{w}{pf\left(y(r^{N1})\right)} \tag{2.12}$$

令$\frac{\partial\Pi^N(K,r)}{\partial r}=0$，将（2.11）式及（2.12）式代入（2.10）式，进行化简可以得到：

$$y(r^{N1})-\frac{\bar{F}\left(y(r^{N_1})\right)}{f\left(y(r^{N_1})\right)}+\frac{c}{p\cdot f\left(y(r^{N_1})\right)}=0 \tag{2.13}$$

综合以上各式，当$L\cdot\bar{F}^{-1}(w(1+r)/p)\geq K$时，（$K_1,r^{N1}$）为最优信贷贸易合同 1 是如下方程的解。

$$\begin{cases} y(r^{N1})-\frac{\bar{F}\left(y(r^{N_1})\right)}{f\left(y(r^{N_1})\right)}+\frac{c}{p\cdot f\left(y(r^{N_1})\right)}=0 \\ K_1=L\cdot y(r^{N1}) \\ y(r^{N1})=\bar{F}^{-1}\left(\frac{w(1+r^{N_1})}{p}\right) \end{cases} \tag{2.14}$$

当$L\cdot\bar{F}^{-1}(w(1+r)/p)\geq K$时，供应相应的利润期望值为：

$$\Pi^{N_1}=[w(1+r^{N_1})-c]\cdot L\cdot y(r^{N_1})$$

(2)如果$\begin{cases} H\cdot\bar{F}^{-1}(w(1+r)/p)\leq K \\ E_\theta\left[q_\theta^N(K,r)\right]=[\beta H+(1-\beta)L]\bar{F}^{-1}\left(\frac{w(1+r)}{p}\right) \end{cases}$，则供应商的利润期望值为：

$$\Pi^N(K,r)=w(1+r)[\beta H+(1-\beta)L]\bar{F}^{-1}\left(\frac{w(1+r)}{p}\right)-cK \tag{2.15}$$

此时，供应商的收益随着 K 的增大而减小，在$H\cdot\bar{F}^{-1}(w(1+r)/p)=K$，供应商收益取得最大值。

假设$K_1=H\cdot y(r^{N2})$，$y(r^{N2})=\bar{F}^{-1}\left(\frac{w(1+r^{N_2})}{p}\right)$，$\bar{\theta}=\beta H+(1-\beta)L$，将它们代入(2.15)，则可以得到：

$$\Pi^N(K,r)=w(1+r)[\beta H+(1-\beta)L]y(r^{N2})-c\cdot H\cdot y(r^{N2}) \tag{2.16}$$

又根据$y(r^{N2})=\bar{F}^{-1}\left(\frac{w(1+r^{N2})}{p}\right)$，则可以求出：

$$\bar{F}\left(y(r^{N2})\right)=\frac{w(1+r^{N2})}{p} \tag{2.17}$$

方程两边同时对r^{N2}进行求导，可以得到：

$$\frac{\partial y(r^{N2})}{\partial r^{N2}}=-\frac{w}{pf\left(y(r^{N2})\right)} \tag{2.18}$$

令$\frac{\partial\Pi^N(K,r)}{\partial r}=0$，将(4.17)式及(4.18)式代入(4.16)式，进行化简可以得到：

$$y(r^{N2})-\frac{\bar{F}\left(y(r^{N_2})\right)}{f\left(y(r^{N_2})\right)}+\frac{cH}{p\cdot f\left(y(r^{N_2})\right)\bar{\theta}}=0 \tag{2.19}$$

综合以上各式，当$H\cdot\bar{F}^{-1}(w(1+r)/p)\leq K$时，（$K_2,r^{N2}$）为最优信贷贸易合同 2 是如下方程的解。

$$\begin{cases} y(r^{N2})-\frac{\bar{F}\left(y(r^{N_2})\right)}{f\left(y(r^{N_2})\right)}+\frac{cH}{p\cdot f\left(y(r^{N_2})\right)\bar{\theta}}=0 \\ K^{N2}=H\cdot y(r^{N2}) \\ y(r^{N2})=\bar{F}^{-1}\left(\frac{w(1+r^{N_2})}{p}\right) \\ \bar{\theta}=\beta H+(1-\beta)L \end{cases} \tag{2.20}$$

如果$H\cdot\bar{F}^{-1}(w(1+r)/p)\leq K$，则相应的供应商的期望利润值为:

$$\Pi^{N2}=[w(1+r^{N2})\bar{\theta}-cH]\cdot y(r^{N2}) \tag{2.21}$$

(3)如果$L \cdot \bar{F}^{-1}(w(1+r)/p) < K < H \cdot \bar{F}^{-1}(w(1+r)/p)$，供应商的利润期望值如下：

如果$r \geq (c/w\beta) - 1$， Π^N随着K的增大而增大，(K^{N3}, r^{N3})为最优地贸易信贷合同，$r^{N3} = max\{(c/w\beta) - 1, r^{N2}\}$ $K_3 = min\{H \cdot y((c/w\beta) - 1), H \cdot y(r^{N2})\}$, 供应商的利润期望值为$\Pi^{N3} < \Pi^{N2}$。

如果$r < (c/w\beta) - 1$, Π^N随着 K的增大而减小，所以$r^{N4} = r^{N1}$, $K^{N4} = K^{N1}$为此时优贸易信贷合同(K^{N4}, r^{N4})中K与r的取值，所以供应商相应的期望利润为

$\Pi^{N4} = \Pi^{N1}$。

所以通过比较$L \cdot \bar{F}^{-1}(w(1+r)/p) \geq K$和$H \cdot \bar{F}^{-1}(w(1+r)/p) \leq K$两种情况下的期望利润水平可以得到最优库存水平和供应商的利率。

可以发现当：

$$\mathrm{H} - \mathrm{L} < \alpha(\beta, \mathrm{L}, r_1, r_2) = \left\{L \cdot \frac{\{(w-c)[y(r_1)-y(r_2)]+w[r_1 y(r_1)-r_2 y(r_2)]\}}{\{y(r_2)[\beta w(1+r_2)-c]\}}\right\}^+ \tag{2.22}$$

成立时$\Pi^{N1} > \Pi^{N2}$

因此，如果$\mathrm{H} - \mathrm{L} < \alpha$,那么供应商的最优决策为$K^N = K^{N1}, r^N = r^{N1}$,相应的最优决策为$\Pi^{N1}$； 如果$\mathrm{H} - \mathrm{L} > \alpha$,那么供应商的最优决策中$K^N = K^{N2}, r^N = r^{N2}$，相应最优决策为$\Pi^{N2}$。

定理 1.当零售商不分享信息是，供应商的最优库存为K^N，利率 r^N,期望利率 Π^N。

(1) 如果$\mathrm{H} - \mathrm{L} < \alpha$, 供应商最优决策为$K^N = K^{N1}, r^N = r^{N1}$，并且最优决策$\Pi^N = \Pi^{N1}$； K^{N1}, r^{N1} 是如下方程的解：

$$\begin{cases} y(r^{N1}) - \dfrac{\bar{F}(y(r^{N1}))}{f(y(r^{N1}))} + \dfrac{c}{p \cdot f(y(r^{N1}))} = 0 \\ K^{N1} = L \cdot y(r^{N1}) \\ y(r^{N1}) = \bar{F}^{-1}\left(\dfrac{w(1+r^{N1})}{p}\right) \end{cases} \tag{2.23}$$

其中$\Pi^{N1} = [w(1+r^{N1}) - c] \cdot L \cdot y(r^{N1})$。

(2)如果$\mathrm{H} - \mathrm{L} > \alpha$，那么供应商的最优决策中$K^N = K^{N2}, r^N = r^{N2}$，供应商收益$\Pi^N = \Pi^{N2}$。其中$K^{N2}, r^{N2}$是如下方程的解。

$$\begin{cases} y(r^{N2}) - \frac{\bar{F}(y(r^{N2}))}{f(y(r^{N2}))} + \frac{cH}{p \cdot f(y(r^{N2}))\bar{\theta}} = 0 \\ K^{N2} = H \cdot y(r^{N2}) \\ y(r^{N2}) = \bar{F}^{-1}\left(\frac{w(1+r^{N2})}{p}\right) \\ \bar{\theta} = \beta H + (1-\beta)L \end{cases} \tag{2.24}$$

其中$\Pi^{N2} = [w(1+r^{N2})\bar{\theta} - cH] \cdot y(r^{N2})$

3 信息分享下二级供应链贸易信贷合同设计

3.1 信息分享条件下贸易信息合同设计

当零售商与供应商信息分享并且供应商相信他时，事件发生次序如下：(1)零售商通过观察预测出市场需求θ并且将他所预测出的市场需求信息分享给供应商；(2)供应商相信零售商所提供的信息并且赋予β值为 1 或 0，然后设定库存水平K_θ^S以及融资利率r_θ^S；(3)零售商发出订货需求，供应商提供相应订单并且按照每单位提供的货物收费w；(4)零售商接收货物，并且以固定价格销售完货物之后，零售商向供应商支付相关的贷款费用。

给定θ，K_θ^S以及r_θ^S，零售商的期望利润为：

$$\pi_\theta^S = pS_\theta(q_\theta) - w(1+r_\theta)q_\theta \tag{3.1}$$

当$0 \le q_\theta \le K_\theta$等式成立时。零售商的最大利润为$\pi_\theta$，他的最优订货量为：

$$q_\theta^S(K_\theta, r_\theta) = min\left[\theta\bar{F}^{-1}\left(\frac{w(1+r_\theta)}{p}\right), K_\theta\right] \tag{3.2}$$

供应商的期望收益为：

$$\Pi_\theta^S = w(1+r_\theta)q_\theta - cK_\theta \tag{3.3}$$

考虑到需求预测θ，这时供应商的最优库存水平和利率水平为：

$$\hat{K}_\theta^S = \theta\bar{F}^{-1}\left(\frac{w(1+r^{N1})}{p}\right),\ \text{并且}\ r_\theta^S = r^{N1}, \tag{3.4}$$

并且零售商的均衡订购量为：

$$q_\theta^S = q_\theta^S(K_\theta^S, r_\theta^S) = \hat{K}_\theta^S \tag{3.5}$$

情况 1：当$\theta = L$，即市场需求为低时，$q_L^S = K_L^S$供应商的的期望收益为：

$$\Pi_L^S = w(1+r_L)q_L - cK_L = (w(1+r_L) - c)K_L \tag{3.6}$$

此时，供应商的收益随着库存水平 K 的增大而增大，这时供应商的最优信贷贸易合同(K_1, r_1)，此时供应商受益的最大值在$K_L = L \cdot \bar{F}^{-1}\left(\frac{w(1+r_L)}{p}\right)$时取得。

假设$K_L = L \cdot y(r_L)$，$y(r_L) = \bar{F}^{-1}\left(\frac{w(1+r_L)}{p}\right)$，将它们代入公式(3.6)，则可以得到：

$$\Pi_L^S(K_L,r_L)=[w(1+r_L)-c]\cdot L\cdot y(r_L) \tag{3.7}$$

此时求供应商的收益对融资利率 r 的偏导数，可以得到：

$$\frac{\partial\Pi_L^S(K_L,r_L)}{\partial r_L}=w\cdot L\cdot y(r_L)+[w(1+r_L)-C]\cdot L\cdot\frac{\partial y(r_L)}{\partial r_L} \tag{3.8}$$

又根据$y(r_L)=\bar{F}^{-1}\left(\frac{w(1+r_L)}{p}\right)$，则可以求出：

$$\bar{F}\big(y(r_L)\big)=\frac{w(1+r_L)}{p} \tag{3.9}$$

方程两边同时对r_L进行求导，可以得到：

$$\frac{\partial y(r_L)}{\partial r_L}=-\frac{w}{pf\big(y(r_L)\big)} \tag{3.10}$$

令$\frac{\partial\Pi_L^S(K_L,r_L)}{\partial r_L}=0$，将(3.9)式及(3.10)式代入(3.8)式，进行化简可以得到：

$$y(r_L)-\frac{\bar{F}\big(y(r_L)\big)}{f\big(y(r_L)\big)}+\frac{c}{p\cdot f\big(y(r_L)\big)}=0 \tag{3.11}$$

综合以上各式，当$L\cdot\bar{F}^{-1}(w(1+r_L)/p)\geq K_L$时，这时的最优信贷贸易合同$(K_L,r_L)$为合同 3，它是如下方程的解。

$$\begin{cases} y(r_L)-\frac{\bar{F}(y(r_L))}{f(y(r_L))}+\frac{c}{p\cdot f(y(r_L))}=0 \\ K_L=L\cdot y(r_L) \\ y(r_L)=\bar{F}^{-1}\left(\frac{w(1+r_L)}{p}\right) \end{cases} \tag{3.12}$$

当$L\cdot\bar{F}^{-1}(w(1+r_L)/p)\geq K_L$时，供应相应的利润期望值为：

$$\Pi_L^S=[w(1+r_L)-c]\cdot L\cdot y(r_L) \tag{3.13}$$

情况 2：当$\theta=H$，即市场需求为高时，$q_H^S=K_H^S$供应商的期望收益为：

$$\Pi_H^S=w(1+r_H)q_H-cK_H=(w(1+r_H)-c)K_H \tag{3.14}$$

此时，供应商的收益随着 K 的增大而减小，在$H\cdot\bar{F}^{-1}(w(1+r)/p)=K$时，供应商收益取得最大值。

假设$K_H=H\cdot y(r_H)$，$y(r_H)=\bar{F}^{-1}\left(\frac{w(1+r_H)}{p}\right)$，将它们代入（3.14），则可以得到：

$$\Pi_H^S=[w(1+r)-c]\cdot H\cdot y(r_H) \tag{3.15}$$

又根据$y(r^{N2})=\bar{F}^{-1}\left(\frac{w(1+r^{N2})}{p}\right)$，则可以求出：

$$\bar{F}\big(y(r_H)\big)=\frac{w(1+r_H)}{p} \tag{3.16}$$

方程两边同时对r^{N2}进行求导，可以得到：

$$\frac{\partial y(r_H)}{\partial r_H} = -\frac{w}{pf(y(r_H))} \tag{3.17}$$

令$\frac{\partial \Pi_L^S(K_H,r_H)}{\partial r_H} = 0$，将（3.16）式及（3.17）式代入（3.15）式，进行化简可以得到：

$$y(r_H) - \frac{\bar{F}(y(r_H))}{f(y(r_H))} + \frac{c}{p \cdot f(y(r_H))} = 0 \tag{3.18}$$

综合以上各式，当零售商分享市场需求信息，且市场需求信息为高时，这时的最优信贷贸易合同(K_H, r_H)为合同 4，它是如下方程的解。

$$\begin{cases} y(r_H) - \frac{\bar{F}(y(r_H))}{f(y(r_H))} + \frac{c}{p \cdot f(y(r_H))} = 0 \\ K_H = H \cdot y(r_H) \\ y(r_H) = \bar{F}^{-1}\left(\frac{w(1+r_H)}{p}\right) \end{cases} \tag{3.19}$$

如零售商真实的分享市场需求信息，且市场需求信息为高类型时，则相应的供应商的期望利润值为:

$$\Pi^{N4} = [w(1 + r^{N2}) - c] \cdot H \cdot y(r^{N2}) \tag{3.20}$$

定理 2：假设零售商真实分享市场需求信息且供应商相信他所提供的信息，此时最佳库存水平和利率水平$\widehat{K}_\theta^S = \theta \bar{F}^{-1}\left(\frac{w(1+r^{N1})}{p}\right), r_\theta^S = r^{N1}$。换言之，拥有相同的需求信息，供应商能够精准的预测到零售商的订单量并且设定一个库存水平以满足零售商的订购需求。$q_\theta^S = q_\theta^S(K_\theta^S, r_\theta^S) = \widehat{K}_\theta^S$。

4 真实信息分享激励设计

对于θ型零售商，不论他是否分享预测信息θ或τ，$\tau \neq \theta$，如果供应商完全相信他的分享，那么供应商会设定完全相同的利率水平 $r_\theta^S = r^{N1}$，如果 L 型零售商分享预测信息 H 更高级别的库存水平，那么这将给供应商造成损失。

在这种互动过程中，零售商可能会夸大所预测到的θ，理性的供应商并不一定相信零售商所说的一切，他可能会保留积极怀疑的态度。合同设计问题在于零售商期望能够辨别零售商所预测的市场信息类型。为了使得零售商真实地分享市场需求信息，供应商可以通过和同设计来消除预测市场需求信息为低时零售商分享给供应商的市场需求信息为高的动机，即零售商夸大市场需求信息的可能性。如果，零售商预测的市场需求信息为θ或H，他会可靠地将信息与供应商进行分享$P(\hat{\theta} = H|\theta = H) = 1$。但是，如果零售商预测到的市场需求信息$\theta$为$L$，此时，零售商就有夸大时常常需求信息的动机，$P(\hat{\theta} = H|\theta = L) = \mu$表示他与供应商分享个人预测信息的概率，即市场预测需求信息为L，但是他实际分享给供应商的市场需求信息为H；或 $P(\hat{\theta} = L|\theta = L) = 1 - \mu$，表示零售商真实地分享所预测到的市场需求信息$\theta$为$L$。

同样，在理性人假设的前提下，如果零售商分享的个人预测$\hat{\theta}$为L，供应商会相信零售商所提供的市场求为D_L的信息，并且$Pr(D_\theta = D_L|\hat{\theta} = L) = 1$。然而如果零售商如果分享的$\hat{\theta}$为$H$时，此时供应商会根据自己所掌握的信息来对零售商所分享的市场需求信息进行判断，$P(D_\theta = D_H|\hat{\theta} = H) = \rho$，$P(D_\theta = D_L|\hat{\theta} = H) = 1 - \rho$表示供应商认为市场需求信息分别为$D_H$、$D_L$的概率。因而，可以求得零售商分享高类型市场需求信息和低类型市场需求信息的概率分别如下：

$$P(\hat{\theta} = H) = P(\hat{\theta} = H|\theta = H)P(\theta = H) + P(\hat{\theta} = H|\theta = L)P(\theta = L) = \beta + (1 - \beta)\mu$$

$$\mathrm{P}(\hat{\theta}=L)=P(\hat{\theta}=L|\theta=H)P(\theta=H)+P(\hat{\theta}=L|\theta=L)P(\theta=L)=(1-\beta)(1-\mu)$$

那么供应商认为高类型市场需求和低类型市场需求的概率分别为：

$$\lambda_H=\mathrm{P}(D_H)=P(D_\theta=D_H|\hat{\theta}=H)P(\hat{\theta}=H)+P(D_\theta=D_H|\hat{\theta}=L)P(\hat{\theta}=L)$$
$$=\rho[\beta+(1-\beta)\mu]$$
$$\lambda_L=\mathrm{P}(D_L)=P(D_\theta=D_L|\hat{\theta}=H)P(\hat{\theta}=H)+P(D_\theta=D_L|\hat{\theta}=L)P(\hat{\theta}=L)$$
$$=(1-\rho)[\beta+(1-\beta)\mu]+(1-\beta)(1-\mu)$$

显然 $\lambda_H+\lambda_L=1$。供应商在此时会提供两种贸易信贷合同$\{(K_H^S,r_H^S),(K_L^S,r_L^S)\}$给零售商。正如上面所说的，供应商能够准确的预测到零售商的订购量并且设定相应的库存水平以便满足零售商的订购需求，此时$q_\theta^S=K_\theta^S$，所以当零售商选择合同(K_θ^S,r_θ^S)时，他的订购量为K_θ^S，Π^S是供应商的期望利润，$\pi_\theta^S(\tau)$是零售商预测市场需求信息为θ时选择合同(K_τ^S,r_τ^S)的期望利润。

此时，供应商的收益表达式如下：

$$\Pi^S=P(D_H)[w(1+r_H^S)K_H^S-cK_H^S]+P(D_L)[w(1+r_L^S)K_L^S-cK_L^S] \tag{4.1}$$

零售商的收益为

$$\pi_\theta^S(\tau)=pS_\theta(K_\tau^S)-w(1+r_\tau^S)K_\tau^S \tag{4.2}$$

可以分别求出 H 型和 L 型零售商的相关制约因素：

$$\pi_H^S(H)=pS_H(K_H^S)-w(1+r_H^S)K_H^S\ge 0 \tag{4.3}$$

$$\pi_L^S(L)=pS_L(K_L^S)-w(1+r_L^S)K_L^S\ge 0 \tag{4.4}$$

并且，为了保证零售商所分享的市场需求信息的真实性，如果零售商预测市场需求信息为θ时，而选择合同(K_τ^S,r_τ^S)，其中$\tau\ne\theta$，这种情况将会损害自身的利润，所以激励制约方程如下：

$$\pi_H^S(H)=pS_H(K_H^S)-w(1+r_H^S)K_H^S\ge\pi_H^S(L)=pS_H(K_L^S)-w(1+r_L^S)K_L^S \tag{4.5}$$

$$\pi_L^S(L)=pS_L(K_L^S)-w(1+r_L^S)K_L^S\ge\pi_L^S(H)=pS_L(K_H^S)-w(1+r_H^S)K_H^S \tag{4.6}$$

激励制约的关键在于供应商怎样设计合同$\{(K_H^S,r_H^S),(K_L^S,r_L^S)\}$中的相关因子以得到特定约束下的最大期望利润。

$$\max_{\{(K_H^S,r_H^S),(K_L^S,r_L^S)\}}\lambda_H[w(1+r_H^S)K_H^S-cK_H^S]+\lambda_L[w(1+r_L^S)K_L^S-cK_L^S]$$

$$\text{s.t.}\begin{cases}\pi_H^S(H)=pS_H(K_H^S)-w(1+r_H^S)K_H^S\ge 0\\ \pi_L^S(L)=pS_L(K_L^S)-w(1+r_L^S)K_L^S\ge 0\\ \pi_H^S(H)=pS_H(K_H^S)-w(1+r_H^S)K_H^S\ge\pi_H^S(L)=pS_H(K_L^S)-w(1+r_L^S)K_L^S\\ \pi_L^S(L)=pS_L(K_L^S)-w(1+r_L^S)K_L^S\ge\pi_L^S(H)=pS_L(K_H^S)-w(1+r_H^S)K_H^S\\ K_H^S\ge 0,\quad K_L^S\ge 0\end{cases} \tag{4.7}$$

最优问题的解被定义为$\{(K_H^*,r_H^*),(K_L^*,r_L^*)\}$。

性质 1(1) 当 H 型零售商选择合同(K_L^S,r_L^S)，时，他的期望利润为$\pi_L^S(L)+p[S_H(K_L^S)-S_L(K_L^S)]$；当 L 型零售商选择合同$(K_H^S,r_H^S)$时，他的期望利润为$(K_H^S,r_H^S)$ $\pi_H^S(H)-p[S_H(K_H^S)-S_L(K_H^S)]$。(2) $K_H^*\ge\bar{K}_H^S\ge\bar{K}_L^S\ge K_L^*$。

证明：(1)当 H 型零售商选择合同(K_L^S,r_L^S)，时，他的期望利润为：

$$\pi_H^S(L)=pS_H(K_L^S)-w(1+r_L^S)K_L^S=pS_H(K_L^S)-pS_L(K_L^S)+pS_L(K_L^S)-w(1+r_L^S)K_L^S$$
$$=p[S_H(K_L^S)-S_L(K_L^S)]+\pi_L^S(L) \tag{4.8}$$

当 L 型零售商选择合同(K_H^S, r_H^S)时，他的期望利润为：

$$\pi_L^S(H) = pS_L(K_H^S) - w(1+r_H^S)K_H^S = pS_L(K_H^S) - pS_H(K_H^S) + pS_H(K_H^S) - w(1+r_H^S)K_H^S$$

$$= -p[S_H(K_H^S) - S_L(K_H^S)] + \pi_H^S(H) \tag{4.9}$$

(2)因为$\widehat{K}_\theta^S = \theta\bar{F}^{-1}\left(\frac{w(1+r^{N1})}{p}\right)$，所以$\widehat{K}_H^S \geq \widehat{K}_L^S$。那么我们可以证明$K_H^* \geq \widehat{K}_H^S$。如果上式不成立，假定$K_H^* < \widehat{K}_H^S$。因为$S_\theta(K)$随 K 的增加而增加，所以$pS_H(K_H^*) < pS_H(\widehat{K}_H^S)$，那么有

a $\delta > 0$，s.t. $pS_H(K_H^*) - w(1+r_H^*)K_H^* = pS_H(\widehat{K}_H^S) - w(1+r_H^*+\delta)\widehat{K}_H^S$，

$\pi_H(K_H^*, r_H^*) = \pi_H(\widehat{K}_H^S, r_H^*+\delta)$，所以$\{(\widehat{K}_H^S, r_H^*+\delta), (K_L^S, r_L^S)\}$是可行解。而且

$w\widehat{K}_H^S(1+r_H^*+\delta) > wK_H^*(1+r_H^*)$，那么$w\widehat{K}_H^S(1+r_H^*+\delta) - c\widehat{K}_H^S - [wK_H^*(1+r_H^*) - cK_H^*] = [w(1+r_H^*) - c](\widehat{K}_H^S - K_H^*) + \delta w\widehat{K}_H^S > 0$

，

当供应商选择合同$\{(\widehat{K}_H^S, r_H^*+\delta), (K_L^S, r_L^S)\}$与$\{(K_H^*, r_H^*), (K_L^*, r_L^*)\}$这时零售商可以获得更多的利润，与$\{(K_H^*, r_H^*), (K_L^*, r_L^*)\}$是最有贸易信贷合同相矛盾。所以在这种条件下$K_H^* \geq \widehat{K}_H^S$。同理，我们可以证明$\widehat{K}_L^S \geq K_L^*$，最后得到$K_H^* \geq \widehat{K}_H^S \geq \widehat{K}_L^S \geq K_L^*$。

性质 2.在最优合同$\{(K_H^*, r_H^*), (K_L^*, r_L^*)\}$中，公式(4.7)中的约束第 1 个约束公式和第二个约束公式中的等号至少有一个成立；第 3 个约束公式和第 4 个约束公式中的等号至少有一个成立。

证明：我们首先假定约束 1 和 2 中的等号都不成立，即：

$pS_H(K_H^*) - w(1+r_H^*)K_H^* > 0, pS_L(K_L^*) - w(1+r_L^*)K_L^* > 0$，$pS_H(K_H^*) - w(1+r_H^*)K_H^* < pS_L(K_L^*) - w(1+r_L^*)K_L^*$

则：a $\delta_1 > 0, \delta_2 = \delta_1 \cdot \frac{K_H^*}{K_L^*} > \delta_1$,

s.t. $pS_H(K_H^*) - w(1+r_H^*+\delta_1)K_H^* = 0$, $pS_L(K_L^*) - w(1+r_L^*+\delta_2)K_L^* \geq 0$。

我们可以证明：

$$pS_H(K_H^*) - w(1+r_H^*+\delta_1)K_H^* - [pS_H(K_L^*) - w(1+r_L^*+\delta_2)K_L^*]$$
$$= pS_H(K_H^*) - w(1+r_H^*)K_H^* - w\delta_1 K_H^* - [pS_H(K_L^*) - w(1+r_L^*)K_L^* - w\delta_2 K_L^*]$$
$$= pS_H(K_H^*) - w(1+r_H^*)K_H^* - [pS_H(K_L^*) - w(1+r_L^*)K_L^*]$$
$$= \pi_H(H) - \pi_H(L) \geq 0,$$

所以最优合同$\{(K_H^*, r_H^*+\delta_1), (K_L^*, r_L^*+\delta_2)\}$满足约束 3。相应地，我们可以证明合同同样满足约束 3，在合同$\{(K_H^*, r_H^*+\delta_1), (K_L^*, r_L^*+\delta_2)\}$中，供应商能够获得比从合同$\{(K_H^*, r_H^*), (K_L^*, r_L^*)\}$中更多的利润，这与$\{(K_H^*, r_H^*), (K_L^*, r_L^*)\}$是最优合同相矛盾。因此$\{(K_H^*, r_H^*), (K_L^*, r_L^*)\}$为最优合同时约束 1 和 2 中的等号至少有一个成立。同样我们也可以证明约束 3 和 4 中的等号至少有一个成立。我们可以把性质 3 结果代入 3,4，可以得到：

$$pS_H(K_H^*) - w(1+r_H^*)K_H^* - [pS_L(K_L^*) - w(1+r_L^*)K_L^*] \geq p[S_H(K_L^*) - S_L(K_L^*)]$$

$$pS_H(K_H^*) - w(1+r_H^*)K_H^* - [pS_L(K_L^*) - w(1+r_L^*)K_L^*] \leq p[S_H(K_H^*) - S_L(K_H^*)]$$

$$p[S_H(K_L^*) - S_L(K_L^*)] \leq \pi_H^S(H) - \pi_L^S(L) \leq p[S_H(K_H^*) - S_L(K_H^*)]。$$

所以约束 3 和 4 中的等号至少有一个成立。

性质 3.当零售商与供应商分享个人信息时，L 型零售商有动机夸大他的预测。但是最优合同$\{(K_H^*, r_H^*), (K_L^*, r_L^*)\}$可以帮助供应商辨别不同类型的零售商，如下是最有合同的特点：

（1）对于 H 型零售商，最优库存水平$K_H^* = H \cdot \bar{F}^{-1}\left(\frac{c}{p}\right)$，这与在标准组合系统中相等；

（2）对于 L 型零售商，最优库存水平为K_L^*，它是如下方程的解：

$$\bar{F}\left(\frac{K_L}{L}\right) - \lambda_H \bar{F}\left(\frac{K_L}{H}\right) = \frac{c\lambda_L}{p},$$

其中 $\lambda_H = \rho[\beta + (1-\beta)\mu]$, $\lambda_L = (1-\rho)[\beta + (1-\beta)\mu] + (1-\beta)(1-\mu)$；

（3）对于 H 型零售商，最优利率水平为 $r_H^* = \frac{p}{w} \cdot \frac{S_H(K_H^*) - S_H(K_L^*) + S_L(K_L^*)}{K_H^*} - 1.$

（4）对于 L 型零售商，最优利率水平为 $r_L^* = \frac{p}{w} \cdot \frac{S_L(K_L^*)}{K_L^*} - 1.$

证明：供应商的利润函数可以写为：

$$\begin{aligned}\Pi^S &= \lambda_H[w(1+r_H^S)K_H^S - cK_H^S] + \lambda_L[w(1+r_L^S)K_L^S - cK_L^S] \\ &= \lambda_H\left[p\left(S_H(K_H^S) - S_H(K_L^S) + S_L(K_L^S)\right) - cK_H^S\right] + \lambda_L[pS_L(K_L^S) - cK_L^S] \\ &= p\lambda_H[S_H(K_H^S) - S_H(K_L^S)] + pS_L(K_L^S) - c(\lambda_H K_H^S + \lambda_L K_L^S) \\ &= p\lambda_H H\left[S\left(\frac{K_H^S}{H}\right) - S\left(\frac{K_L^S}{H}\right)\right] + pLS\left(\frac{K_L^S}{L}\right) - c(\lambda_H K_H^S + \lambda_L K_L^S)\end{aligned}$$

因为$S(K)$是一个递增的凹函数，$\Pi^S(K_H^S, K_L^S)$也是凹的，并且$K_H^S \geq 0$ 和 $K_L^S \geq 0$，所以，存在最优K_H^S 和 K_L^S。

$\frac{\partial\Pi^S(K_H^S,K_L^S)}{\partial K_H^S} = \lambda_H\left[pS'\left(\frac{K_H^S}{H}\right) - c\right] = \lambda_H\left[p\bar{F}'\left(\frac{K_H^S}{H}\right) - c\right]$，$K_H^* = H \cdot \bar{F}^{-1}\left(\frac{c}{p}\right)$。

$\frac{\partial\Pi^S(K_H^S,K_L^S)}{\partial K_L^S} = -p\lambda_H S'\left(\frac{K_L^S}{H}\right) + pS'\left(\frac{K_L^S}{L}\right) - c\lambda_L = p\left[\bar{F}\left(\frac{K_L^S}{L}\right) - \lambda_H\bar{F}\left(\frac{K_L^S}{H}\right)\right] - c\lambda_L$,

K_L^*是方程 $\bar{F}\left(\frac{K_L^*}{L}\right) - \lambda_H\bar{F}\left(\frac{K_L^*}{H}\right) = \frac{c\lambda_L}{p}$的解。

$\pi_L(L) = pS_L(K_L^*) - w(1+r_L^*)K_L^* = 0$, $\pi_H(H) = pS_H(K_H^*) - w(1+r_H^*)K_H^* = p[S_H(K_L^*) - S_L(K_L^*)]$

5 结论

本文研究了由一个供应商和零售商组成的二级供应链中信息分享贸易信贷合同方案问题。本文假设供应链中的所有参与者都是理性的，而且市场需求是一个随机函数，分享的信息主要是市场需求信息。论文首先建立了零售商不分享信息条件下，贸易信贷合同方案分散决策模型，对供应商的信贷贸易合同以及供应商收益进行了分析。接下来分析在进行信息分享条件下，建立了贸易信贷合同方案模型，讨论了分享不同类型市场信息对供应商收益以及贸易信贷合同方案的影响。本文的研究分析所得出的结论主要有：

第一，在信息不分享条件下，供应链中供应商的收益随着相关参数批发价格、零售价格以及库存成本的变化而产生相应的变化，在考虑自身收益最大化的前提下，供应商所提供的贸易信贷合同也会随之产生变化，供应商所提供的贸易信贷合同方案主要是在合同 1 和合同

2 中选择，具体做出哪种决策需要根据自身收益最大化进行决策。

第二，在信息分享条件下，零售商真实分享信息时，供应商根据零售商分享的市场需求信息选择相应的决策类型，若分享市场信息为高需求市场需求信息，则供应商的贸易信贷合同为合同 4；若分享低类型的市场需求信息，则此时供应商对应的贸易信贷合同为合同 1。供应商的收益随着相关参数的选择以及零售商分享信息的类型而发生变化。

第三，在完全理性条件下，由于批发价格和零售价格等相关参数的选择不同，贸易信贷合同决策的选择会有所不同，分享不同信息类型可能会使得供应商收益增加，也可能使得供应商收益不变。当零售商分享市场需求信息使得供应商的收益增加，而自身的收益并没有变化时，供应商可能选择通过相关的贸易优惠措施使得零售商愿意分享市场需求信息；而当零售商分享市场需求信息并不能增加供应商收益时，此时供应商则不会制约零售商进行信息分享。

第四，在理性人假说的前提下，供应商为了避免自身因零售商夸大市场需求预测信息而进行相关的真实信息分享激励设计，在相关的条件制约下，零售商会真实地与供应商进行信息分享而不仅仅只是考虑自身的收益，此时供应商可以相信零售商所分享的市场需求信息，并且在此条件下，得到了真实信息分享的相关性质，以方便供应商在进行贸易信贷合同设计时做出决策。

参考文献

[1] Lee H L, So K C, Tang C S. The value of information sharing in a two-level supply chain[J].Management Science, 2000, 46(5): 626-643.

[2] Lee H L, Whang S. Information Sharing in a Supply Chain[J].International Journal of Manufacturing Technology and Management, 2000, 1(1): 79-93.

[3] Li L. Information Sharing in a Supply Chain with Horizontal Competition[J]. Management Science, 2002, 48(9):1196-1212.

[4] Li L, Zhang H. Confidentiality and Information Sharing in Supply Chain Coordination[J]. Management Science, 2008, 54(8):1467-1481.

[5] Özalp Özer, Wei W. Strategic Commitments for an Optimal Capacity Decision Under Asymmetric Forecast Information[J]. Management Science, 2006, 52(8):1238-1257.

[6] Ha, A.Y. Supplier-buyer contracting: Asymmetric cost information and cutoff level policy for buyer participation[J]. Naval Research Logistics, 2001，48(1):41-64.

[7] Anand KS, Goyal M. Strategic information management under leakage in a supply chain[J].Management Science, 2009, 55(3):438-452.

[8] Guangwen Kong, Sampath Rajagopalan, Hao Zhang. Revenue Sharing and Information Leakage in a Supply Chain[J]. Management Science, 2013, 59(3):556-572.

[9] 顾淑红，花均南. 减价契约下考虑最低利润分享偏好的供应链协调[J]. 统计与决策, 2017(4):49-52.

[10] 樊敏，艾兴政. 供应链中共享信息精度的激励研究[J]. 运筹与管理, 2006, 15(3):71-74.

[11] 毕功兵，瞿安民，梁樑. 不公平厌恶下供应链的批发价格契约与协调[J]. 系统工程理论与实践，2013, 33(1):134-140.

[12] 孙永权，白雪莲，马云高，等. 供应链交互作用对牛鞭效应的影响分析[J]. 运筹与管理，2016, 25(3):39-45.

[13] 陈长彬，盛鑫，梁永奕. 一种减少供应链牛鞭效应的资产组合管理方法[J]. 管理科学学报，2016, 19(6):33-48.

[14] Lee H L, Padmanabhan S. Whang .Information distortion in a supply chain: the bullwhip effect[J]. Management Science. 1997, 43(4): 546~558.

[15] Chiang C Y, Lin W T, Suresh N C. An empirically-simulated investigation of the impact of demand forecasting on the bullwhip effect: Evidence from U.S. auto industry[J]. International Journal of Production Economics, 2016, 177:53-65.

[16] Khosroshahi H, Husseini S M M, Marjani M R. The bullwhip effect in a 3-stage supply chain considering multiple retailers using a moving average method for demand forecasting[J]. Applied Mathematical Modelling, 2016, 40(21-22): 8934- 8951.

[17] Lampret T, Potočan V. Bullwhip Effect in the Information Flow of a Supply Chain: A Role of Culture[J]. Logistics & Sustainable Transport, 2014, 5(1):34-45.

[18] 高鹏，聂佳佳，谢忠秋. 存在绿色消费者的再制造供应链信息分享策略[J]. 管理工程学报，2014, 28(4):193-200.

[19] 吴江华,翟昕. 信息分享对供应链合作广告影响的博弈分析[J]. 中国管理科学, 2012, (05): 98-105.

[20] 王夏阳. 契约激励、信息分享与供应链的动态协调[J]. 管理世界, 2005, (04): 106-115.

[21] 马中华，陈祥锋. 筛选不同竞争类型零售商的贸易信用合同设计研究[J]. 管理科学学报，2014(10):13-23.

Research on the trade credit financing contract under the condition of two level supply chain information sharing

Wang Chao

((Hunan University, Changsha /Hunan Province, Postal Code410082)

Abstract：In the case of uncertain demand, suppliers and retailers, in order to deal with the risks caused by uncertainty, will take their own favorable decisions, which will easily lead to conflicts of interests between suppliers and retailers. In the supply chain retailers forecast market demand information more accurately, which makes the capital constraint retailers, in the process of the game with suppliers, will strategically use their information advantage, which influences the decision direction of supplier. The supplier needs to analyze the trade credit contract in the process of information sharing and information sharing. The asymmetry of information in supply chain is related to the profit of suppliers and retailers in the supply chain, and has an impact on the trade credit contract in the supply chain. It is of great value to study the trade credit contract of supply chain under information sharing. Under the premise of asymmetric market demand information, this paper constructs the scheme of trade credit contract under the condition of different information sharing in the two level supply chain. The incentive design of real information sharing among retailers is analyzed, and the influence of information sharing on trade credit contract is analyzed.

Keywords: information sharing; capital constraint; trade credit; asymmetric information

作者简介（可选）：(内容字号:楷体小五)

王超（1989-），男，湖南益阳人，湖南大学工商管理学院管理科学与工程专业硕士研究生，主要研究方向：供应链金融，金融工程与风险。