

# 互惠性偏好视角下农产品供应链金融的 4PL对3PL的激励策略研究

徐鹏<sup>1</sup> 王磊<sup>1</sup> 伏红勇<sup>1</sup> 陈晓旭<sup>2</sup>

(1.西南政法大学中国法治企业研究院,重庆 401120;

2.山西大学经济与管理学院,太原 030006)

**摘要:**农产品供应链金融是供应链金融业务的拓展和理论延伸。以业务中第四方物流(fourth party logistics, 4PL)与第三方物流(third party logistics, 3PL)委托代理关系为研究对象,运用委托代理理论,结合行为经济学家 Rabin 提出的互惠性偏好理论,本文构建了植入互惠性偏好的非利润指标委托代理模型,并从确定性收入溢价为常数及确定性收入溢价与固定支付为函数关系两个方面,研究了第四方物流与第三方物流的契约设计问题。研究发现,引入互惠性偏好后,第四方物流对第三方物流表现友善时,第三方物流会更加努力工作,且第三方物流互惠性偏好越强,其努力程度越强;第四方物流给予相同固定支付时,互惠性偏好越强的第三方物流付出的努力数量越多,此时第四方物流获得的收益越多。

**关键词:**农产品供应链金融;互惠性偏好;第三方物流(3PL);第四方物流(4PL)

## 引言

推进农业供给侧结构性改革,促进“三农”问题(农业、农村、农民)顺利解决已成为党和政府日常工作的重要议题。而这一目标的实现需要新型融资模式与之匹配,以缓解在实现农业现代化、活跃农村经济及增加农民收入进程中的资金短缺问题。农产品供应链金融作为全新融资模式被提出,并受到广泛关注。

农产品供应链金融是供应链金融应用于农业产业链而催生的一种新型融资路径,在保持供应链中农户、加工商、批发商等各个参与成员之间的法律和经济独立的基础上,遵循供应链上成员所签署的合作协议,利用成员之间共享利益与信息,共担风险的一种新型金融服务方式<sup>[1]</sup>。但农产品易变质、难运储、周期性等特征决定开展农产品供应链金融业务需要整套的供应链优化方案,而这种需求仅依赖某一个第三方物流恐很难实现,需要具有资源整合和方案优化能力的高级物流企业即第四方物流的加入。实践中,第四方物流企业参与农产品供应链金融业务已陆续出现。锦程国际物流公司以其主导的农产品物流园区为中心,通过委托授信及统一授信两种模式开展农产品供应链金融业务;江苏润恒物流发展有限公司以其食品集散中心作为载体与银行密切合作,为农产品链条中的买卖双方提供物流、融资等一体化运作方案;中国储运发展股份有限公司针对农产品供应链金融已开发仓单质押、存货质押、订单质押等多种模式,其不论从参与时间上,还是参与深度上都具有较强的优势;厦门弘信物流公司利用其资源整合能力开发了白糖一体化供应链运作及物流金融解决方案<sup>[2]</sup>。在农产品供应链金融业务开展过程中,物流园区、集散中心等第四方物流承接业务,并对物流方案进行设计和优化,然后把承接的业务化整为零转包给合适的第三方物流操作及执行<sup>[3]</sup>。它们是第三方物流与客户间的唯一连接,管理并监督第三方物流的工作,与客户分享物流管理的风险与收益<sup>[4,5]</sup>。第四方物流的加入一方面缓解了农产品供应链金融开展受限的尴尬局面,利于业务的有效开展和顺利运作,但另一方面催生了第四方物流(委托方)与第三方物流(代理方)之间的代理问题。此外,对现有业务实践调查发现,在第三方物流业务执行过程中,物流中心、集散中心等第四方物流表现善意(如给予指导、对其培训、增加报酬等)

收稿日期:2016-07-19

基金项目:国家社会科学基金项目(16BGL002)。

作者简介:徐鹏,西南政法大学中国法治企业研究院副教授,硕士生导师,博士;王磊,西南政法大学中国法治企业研究院讲师,博士;伏红勇,西南政法大学中国法治企业研究院副教授,博士;陈晓旭,山西大学经济与管理学院讲师,博士。

时,第三方物流完成任务的质量明显提高,具体表现为运输损耗率降低、及时率提高、质物存放正确率提高、价格波动检测率提高等,第三方物流这种互动表现契合了互惠性行为特征。基于此,本文以第四方物流与第三方物流间的委托代理关系为研究对象,设计了一种考虑第三方物流互惠性行为特征的激励契约,这种契约的设计不仅对进一步提高第三方物流努力水平,保障业务的健康运行具有积极意义,而且有助于进一步增加第四方物流的收益及增强现实的解释力度。

现有对供应链金融相关问题的定量研究还较少,主要集中在风险度量、控制及供应链协调优化方面。风险度量及控制方面,Shi等<sup>[6]</sup>运用层次分析法研究了供应链金融的信用风险问题,熊熊等<sup>[7]</sup>和胡海清等<sup>[8]</sup>则分别采用 Logistic 回归模型和 BP 神经网络等方法对其信用风险进行了度量,而风险控制则主要体现在担保方式的选择<sup>[9]</sup>,质押率的确定<sup>[10-12]</sup>、组合质押的方式选择<sup>[13]</sup>等方面;供应链决策优化方面,Buzacott 和 Zhang<sup>[14]</sup>研究了企业生产、订购决策与基于资产、应收账款融资决策的关系问题,Jin 等<sup>[15]</sup>探讨了供应链中下游企业采用贸易信用合同开展融资的决策问题,Jing 和 Seidmann<sup>[16]</sup>和 Chen 等<sup>[17]</sup>采用比较分析范式,研究了两种供应链金融模式的协调效果问题。

针对供应链金融道德风险防范问题,也有部分学者进行了探讨。白少布和刘洪<sup>[18]</sup>基于委托代理模型,从信息对称和信息不对称两个方面,讨论了供应链金融业务开展过程中供应商与制造商间的激励机制设计问题,发现在不同的状态下,委托人可以通过设计恰当的契约来促使代理人努力工作。于萍和徐渝<sup>[19]</sup>等应用博弈论方法,研究了供应链金融业务中三方契约背景下物流企业提供信息服务时的激励问题;徐鹏等<sup>[20,21]</sup>研究了供应链金融业务中,银行与第三方物流、第四方物流与第三方物流之间的激励监督契约设计问题,并分别考虑了借款客户加入及第四方物流给予努力等情形。何娟等<sup>[22]</sup>采用博弈论方法探讨了供应链金融业务中银行防范物流企业和借款企业合谋骗贷问题。史金召等<sup>[23]</sup>研究了在线供应链金融中银行与 B2B 平台激励契约问题,并强调了电子订单融资需求量大,是业界主推的模式。

目前关于供应链金融契约设计问题的探讨中,部分文献融入了公平偏好理论。王勇和徐鹏<sup>[24]</sup>分析了在模型中融入公平偏好行为的激励契约问题。结果表明若银行给予较多的报酬,第三方物流会提供更多的努力数量;杜少甫等<sup>[25]</sup>在模型中考虑了公平偏好,探讨了公平偏好因素对供应链协作和契约的影响。最后,通过算例分析,获得了一般性结论:公平偏好因素不会使供应链协作发生变化。丁川<sup>[26]</sup>从完全理性和公平偏好的营销渠道两方面,研究了渠道激励机制设计问题,构建了具有公平偏好理论基础的委托代理模型;陈畴镛和黄贝拉<sup>[27]</sup>以供应链金融中核心企业与协作企业委托代理关系为研究对象,比较分析了考虑互惠性偏好引入前后各方的收益情况。

以上研究从不同层面探讨了供应链金融的风险防范、决策优化及激励契约设计等问题,为本文的研究提供了借鉴和参考,不过现有文献未考虑质物为“农产品”且第四方物流参与业务的情形。基于此,本文的不同点如下:(1)质物为“农产品”。开展农产品供应链金融是对供应链金融业务实践的拓展和延伸,也是破解农业型中小企业、农户、农场主等融资困局的新路径;(2)引入第四方物流参与。相较一般存货融资业务,农产品因运输难、存储难、价格波动大等因素致使其开展供应链金融业务更需完备的优化方案。第四方物流作为供应链的集成商能够凭借所掌握的信息、咨询及物流等资源,为农产品供应链金融业务提供整套优化方案和高水平物流服务,从而降低交易成本,减少风险;(3)融入互惠性偏好。现有研究中,代理人多被假定为完全理性人,即以利润最大化为目标,但实践中“投桃报李”,“授人滴水之恩当涌泉相报”等非完全理性行为普遍存在,因此,考虑互惠性偏好因素利于提高契约设计的现实解释力,提升与实际情形吻合程度。

## 互惠性偏好含义及模型假设

### 1、互惠性偏好含义

互惠性假设是行为经济学领域中的基础假设之一,对新古典经济学的“经济人”假设形成强烈冲击,撼动了新古典经济学的基础,引导了行为经济学理论延伸及发展。该假设被理解为在现代经济社会中,人并非像亚当斯密所言,完全利己,一定程度上会考虑他人利益,渴望公平、公正及平等。互惠性理念已作用于中小企业的管理活动<sup>[28]</sup>、文化构建<sup>[29]</sup>、团队合作<sup>[30]</sup>等方面。

互惠性偏好是目前利他主义思想意识形态中的重要问题,主导着该意识形态的不断发展,可以深层次地

揭露经济社会发展的根源性特征。该偏好对合约履行具有重要影响,其效力主要体现在对潜在欺骗者提供了制约,致使其表现出合作行为,抑或降低其不合作的程度。若委托人预计其他委托人提供互惠性报酬,则自私的委托人也会提供较慷慨的激励形式。同样,若代理人知晓委托人会对其努力给予互惠性回馈,则自私的代理人也会在存在奖励或惩罚的情况表现出更高的努力水平<sup>[31]</sup>。互惠性偏好对努力程度激励的影响已得到来自行为经济学家和实验经济学家的反复验证,且诸多理论已在有效的实验经济学中得到证实。而脑科学的研究进一步发现:人们宁愿放弃私利也渴望公平或在遇到不公对待时愿牺牲自身利益来惩罚对手,可能因为人们可从实施惩罚行为中获得较大的效用满足感<sup>[32]</sup>。

针对本文情况而言,在农产品供应链金融业务运作过程中,当 4PL 对 3PL 表现友善,即给予其更多固定报酬时,具有互惠性偏好的 3PL 会付出额外的努力或要求较少的留存收益作为回报,这种行为模式可能会使其不能获得最大收益,但可促使 4PL 效用的增加,使得 4PL 的收益高于传统模型中 3PL 最佳努力水平时的收益。

## 2、模型假设

假设参与农产品供应链金融业务的 3PL 存在互惠性偏好行为,即非以个人利益最大化作为唯一追求目标。假设银行和 4PL 签订物流作业委托协议,协议规定把质押农产品价值评估、运输、存储、价格检测、违约处置及信息分享等作业委托给 4PL,4PL 再转包给 3PL 去完成。自然,3PL 积极工作与否势必会对作业的完成进度及质量产生影响,进而影响 4PL 的收益水平及与银行长期合作的声誉。所以 4PL 促进 3PL 努力工作变得必要。为直观观察双方在业务中的委托代理关系,本文给出了农产品供应链金融运作流程简要图,见图 1 所示。

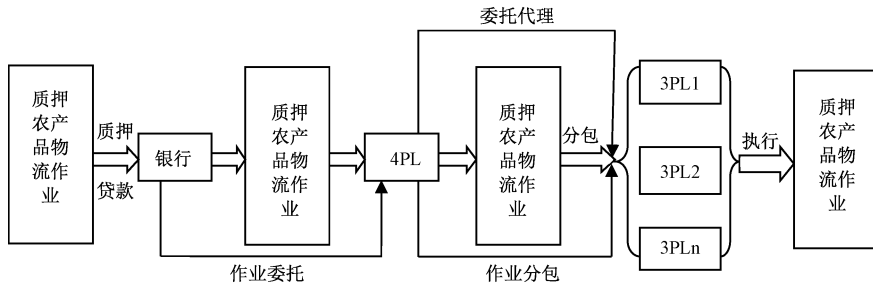


图 1 农产品供应链金融物流作业委托流程简要图

假设有  $i$  个 3PL。4PL 根据 3PL 各自技术优势分包作业任务,并采用非利润指标对作业任务完成情况进行考核,假设  $3PL_i$  完成分包任务且考核结果为  $X_{ij} = (x_{i1}, x_{i2}, x_{i3}, x_{i4}, x_{i5})$ , 其中,  $x_{i1}$  表示为质押农产品的价值评估指标,如出入库质押农产品价值评估的正确比率等,  $x_{i2}$  为质押农产品监控指标,如质押农产品价格波动检测准确率、质押农产品存放位置恰当率、质押农产品价值损失率等;  $x_{i3}$  为质押农产品运送指标,如质押农产品出入库运送及时比率、质押农产品存储正确比率、质押农产品运送过程中价值损失比率等;  $x_{i4}$  表示为质押农产品违约处置指标,如质押农产品出售收益比率、质押农产品处理及时比率等;  $x_{i5}$  表示为信息共享任务指标,如构建信息共享平台投放资金数额、信息沟通及时比率、信息传递正确比率、信息公开透明程度、突发事件沟通效果等。

为便于量化和分析,本文把 4PL 给  $3PL_i$  的善意界定为提供更多报酬,借鉴文献[26-28]的研究思路,假设理性的 4PL 给  $3PL_i$  的报酬多于传统模型中的最佳数量,使得  $3PL_i$  最佳努力程度下的确定性收入高于其保留收益。假设该支付差为  $\delta_i$ ,  $3PL_i$  选择比传统模型状态下更高的努力水平,假设在第  $j$  项物流作业的努力差为  $\Delta a_{ij}$ ,此时  $3PL_i$  的确定性等价收入为  $v_i + \tau_i$ ,  $v_i$  为  $3PL_i$  的保留支付,  $\tau_i$  为  $3PL_i$  确定性收入溢价,一般情况下  $0 \leq \tau_i \leq \delta_i$ 。

假设 4PL 制定的作业任务分包报酬契约为:

$$T(X_i) = \sum_{j=1}^5 \beta_{ij} x_{ij} + (w_i + \delta_i) \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (1)$$

其中,  $T(X_i)$  表示为 4PL 给予  $3PL_i$  的报酬。  $\beta_{ij}$  表示为完成任务的激励系数,  $w_i$  表示为支付的固定报酬。

假设物流作业评估指标与努力水平的表达式为  $x_{ij} = A(a_{ij} + \Delta a_{ij}) + \varepsilon_{ij}$ , 具体表示如下:

$$x_{i1} = A_{i1}(a_{i1} + \Delta a_{i1}) + \varepsilon_{i1}$$

$$\begin{aligned}x_{i2} &= A_{i2}(a_{i2} + \Delta a_{i2}) + \varepsilon_{i2} \\x_{i3} &= A_{i3}(a_{i3} + \Delta a_{i3}) + \varepsilon_{i3} \\x_{i4} &= A_{i4}(a_{i4} + \Delta a_{i4}) + \varepsilon_{i4} \\x_{i5} &= A_{i5}(a_{i5} + \Delta a_{i5}) + \varepsilon_{i5}\end{aligned}$$

为简化分析,假定所有指标的值越大越好。其中, $a_{ij}(j=1,2,3,4)$ 意指3PL<sub>*i*</sub>完成第*j*项作业所投入的努力数量, $A_{ij}$ 意指3PL<sub>*i*</sub>完成第*j*项任务所对应的能力,如业务处理熟悉度、经验的丰富度、技术的娴熟度等, $A_{ij}$ 值越大,意味着3PL<sub>*i*</sub>越容易高水平完成任务。 $\varepsilon_{ij}$ 表示为影响第*j*项指标高质量完成的外界非控制因素, $\varepsilon_{ij} \sim (0, \sigma_{ij}^2)$ ,且这些客观非控制因素相互独立。

假设4PL从第*i*项业务分包合同中得到的收益如下:

$$R_i(X_i) = \sum_{j=1}^5 \eta_{ij} x_{ij}, (i = 1, 2, \dots, n) \quad (2)$$

其中: $\eta_{ij}$ 表示系数,意指第*j*类任务指标对第*i*项作业分包收益的贡献系数。4PL从全部分包中获得的总收益为:

$$\lambda = \sum_{i=1}^n (R_i - T_i) - \phi \quad (3)$$

假定4PL的风险类型为中性,由此可知,其确定性等价收入与其总收益的期望值相等,即:

$$H = E(\lambda) = \sum_{i=1}^n \left( \sum_{j=1}^5 (\eta_{ij} - \beta_{ij}) x_{ij} - (w_i + \delta_i) \right), (i = 1, 2, \dots, n) \quad (4)$$

借鉴文献[21],假设3PL<sub>*i*</sub>完成作业任务的成本为 $C_i$ ,设 $C_i = \frac{1}{2} b_i \sum_{j=1}^5 (a_{ij} + \Delta a_{ij})^2$ , ( $i=1,2,\dots,n$ ),且 $C_i'(a_{ij}) > 0, C_i''(a_{ij}) > 0$ 。

其中, $b_i$ 为系数,反映3PL<sub>*i*</sub>对完成作业指标的处理能力、操作技巧、熟悉程度等,3PL<sub>*i*</sub>能力越强, $b_i$ 值越小。

结合以上分析和假设,第*i*个3PL的净收入为:

$$M_i = T_i - C_i = \sum_{j=1}^5 \beta_{ij} x_{ij} + w_i + \delta_i - \frac{1}{2} b_i \sum_{j=1}^5 a_{ij}^2 (i = 1, 2, \dots, n) \quad (5)$$

遵循文献[27,31]的研究思路,假设3PL<sub>*i*</sub>的类型为风险厌恶型,其风险厌恶度为 $\rho_i$ ,则其确定性等价收入 $V_i$ 可表示为:

$$V_i = E(M_i) - \frac{1}{2} \rho_i \text{var}(M_i) = \sum_{j=1}^5 \beta_{ij} x_{ij} + (w_i + \delta_i) - \frac{1}{2} b_i \sum_{j=1}^5 (a_{ij} + \Delta a_{ij})^2 - \frac{1}{2} \rho_i \sum_{j=1}^5 \beta_{ij}^2 \sigma_{ij}^2 \quad (6)$$

### 植入互惠性偏好的4PL对3PL的激励契约

为详细分析3PL互惠性偏好对模型结果的影响,本文从如下两个方面展开讨论:确定性收入溢价为常数及固定报酬与确定性收入溢价互为函数。

#### 1、确定性收入溢价( $\tau$ )为常数时的激励契约

根据行为经济学理论知识及上文分析假设,构建4PL对3PL激励契约模型如下:

$$\text{Max}_{\beta_{ij}, w} H = E(\lambda) \quad (7)$$

$$\text{s.t. IC: } V_i \geq v_i + \tau_i (i = 1, 2, \dots, n) \quad (8)$$

$$\text{IR: } a_{ij} \in \text{argmax} V_i = E(M_i) - \frac{1}{2} \rho_i \text{var}(M_i) (i = 1, 2, \dots, n), (j = 1, 2, \dots, 5) \quad (9)$$

在均衡情况下,式(9)等号成立,即:

$$V_i = \sum_{j=1}^5 \beta_{ij} x_{ij} + (w_i + \delta_i) - \frac{1}{2} \sum_{j=1}^5 b_{ij} (a_{ij} + \Delta a_{ij})^2 - \frac{1}{2} \rho_i \sum_{j=1}^5 \beta_{ij}^2 \sigma_{ij}^2 = v_i + \tau_i \quad (10)$$

解之得:

$$\sum_{j=1}^5 \Delta a_{ij}^2 = \frac{2(\delta_i - \tau_i)}{b_i} \quad (11)$$

$\sum_{j=1}^5 \Delta a_{ij}^2$  表示 3PL<sub>i</sub> 花在  $j$  项任务上努力数量平方和,我们用  $\Delta a_i^2$  表示  $\sum_{j=1}^5 \Delta a_{ij}^2$ ,于是有:

$$\Delta a_i^2 = \frac{2(\delta_i - \tau_i)}{b_i}, \text{即:}$$

$$\Delta a_i = \sqrt{\frac{2(\delta_i - \tau_i)}{b_i}} \quad (12)$$

推论 1 若  $\delta_i \geq \tau_i, \Delta a_i \geq 0$ , 即 3PL<sub>i</sub> 会额外增加一定的努力数量。

据前文分析可知,3PL<sub>i</sub> 遵循互惠性偏好,所以  $\delta_i \geq \tau_i$  是合理且成立的,也就是说,当 4PL 给予其较高的固定报酬时,3PL<sub>i</sub> 会通过付出更多的努力来回报 4PL 的善意。

在 3PL<sub>i</sub> 遵从互惠性偏好时,4PL 的收益为:

$$H' = E(\lambda') = \sum_{i=1}^n \left[ (\eta_i - \beta_i) \left( \frac{A_i \beta_i}{b_i} + \sqrt{\frac{2(\delta_i - \tau_i)}{b_i}} \right) - (w_i + \delta_i) \right] \quad (13)$$

4PL 会通过获得最佳的  $\delta$  以使自己的收益最大,对式(13)求  $\delta$  的导数得:

$$\frac{\partial H'}{\partial \delta} = \sum_{i=1}^n \left[ \frac{2(\eta_i - \beta_i) \sqrt{b_i}}{\sqrt{2(\delta_i - \tau_i)}} - 1 \right], \text{令 } \frac{\partial H'}{\partial \delta} = 0, \text{可解得:}$$

$$\delta_i = \tau_i + 2b_i \sum_{j=1}^5 (\eta_{ij} - \beta_{ij})^2 = \tau_i + 2b_i \sum_{j=1}^5 \eta_{ij}^2 \left( 1 - \frac{A_{ij}^2}{A_{ij}^2 + b_i \rho_i \sigma_{ij}^2} \right)^2 \quad (14)$$

因为  $\eta_{ij} \geq 0, 1 - \frac{A_{ij}^2}{A_{ij}^2 + b_i \rho_i \sigma_{ij}^2} \geq 0$ , 所以  $\eta_{ij}^2 \left( 1 - \frac{A_{ij}^2}{A_{ij}^2 + b_i \rho_i \sigma_{ij}^2} \right)^2 \geq 0$ , 结合式(14), 可得:  $\delta_i \geq \tau_i$ 。

把式(14)代入式(13)得 4PL 的收益为:

$$H' = E(\lambda') = \sum_{i=1}^n \left( \sum_{j=1}^5 \frac{A_{ij} \beta_{ij} (\eta_{ij} - \beta_{ij})}{b_i} + 2(1 - b_i) \sum_{j=1}^5 (\eta_{ij} - \beta_{ij})^2 - w_i - \tau_i \right) \quad (15)$$

在 3PL<sub>i</sub> 为理性情况下,4PL 的收益为:

$$H = E(\lambda) = \sum_{i=1}^n \left( \sum_{j=1}^5 \frac{A_{ij} \beta_{ij} (\eta_{ij} - \beta_{ij})}{b_i} - w_i \right) - Irt \quad (16)$$

比较式(15)和式(16)可得:

$$H' = H + \sum_{i=1}^n \left( 2(1 - b_i) \sum_{j=1}^5 (\eta_{ij} - \beta_{ij})^2 - \tau_i \right) \quad (17)$$

推论 2 当满足  $2(1 - b_i) \sum_{j=1}^5 (\eta_{ij} - \beta_{ij})^2 \geq \tau_i$  时,则  $H' \geq H$ , 即当满足不等式成立时,3PL<sub>i</sub> 互惠性偏好会增加 4PL 收益。

当 3PL<sub>i</sub> “互惠性偏好”行为程度越高,其要求的确定性收入溢价  $\tau_i$  越小,投入的努力数量  $\Delta a_i$  就越多。当  $\tau_i$  足够小时,不等式  $2(1 - b_i) \sum_{j=1}^5 (\eta_{ij} - \beta_{ij})^2 \geq \tau_i$  成立。在  $\tau_i$  值一定时,4PL 收益是否增加则依赖 3PL<sub>i</sub> 业务处理能力、业务收益贡献系数及对应激励系数。

2、固定支付( $\delta$ )和确定性收入溢价( $\tau$ )为函数关系时的激励契约

当 3PL 存在互惠性偏好时,4PL 支付的越多,3PL 要求增加的确定性收入数就越少,因为 3PL 宁愿牺牲自己的利益来回馈 4PL 的“友善”。由此分析,变量  $\tau$  会随着变量  $\delta$  变化而变化,其之间存在函数关系,假设  $\tau = y(\delta), y'(\delta) \leq 0$ , 且不同 3PL 的互惠性偏好程度不同,即  $\tau_i \neq \tau_j$ , 若 3PL<sub>i</sub> 的互惠性偏好程度强于 3PL<sub>j</sub>, 则有  $y_i(\delta) \leq y_j(\delta), y'_i(\delta) \leq y'_j(\delta)$ 。此时 4PL 的期望收入为:

$$H' = E(\lambda') = \sum_{i=1}^n \left[ (\eta_i - \beta_i) \left( \frac{A_i \beta_i}{b_i} + \sqrt{\frac{2(\delta_i - y(\delta_i))}{b_i}} \right) - (w_i + \delta_i) \right] \quad (18)$$

对(18)式两边求  $\delta$  的导数得:

$$\frac{\partial H'}{\partial \delta} = \sum_{i=1}^n \left( \frac{2(\eta_i - \beta_i)(1 - y'(\delta_i))\sqrt{b_i}}{\sqrt{2(\delta_i - \tau_i)}} - 1 \right) \quad (19)$$

令  $\frac{\partial H'}{\partial \delta} = 0$ , 解得:

$$\delta_i = y(\delta_i) + 2b_i(1 - y'(\delta_i))^2 \sum_{j=1}^5 \eta_{ij}^2 \left( 1 - \frac{A_{ij}^2}{A_{ij}^2 + b_i \rho_i \sigma_{ij}^2} \right)^2 \quad (20)$$

此时 4PL 最大收益为:

$$H' = H + \sum_{i=1}^n (2(1 - b_i)(1 - y'(\delta_i))^2 \sum_{j=1}^5 (\eta_{ij} - \beta_{ij})^2 - y(\delta_i)) \quad (21)$$

推论 3 当  $(1 - b_i)(1 - y'(\delta_i))^2 \sum_{j=1}^5 (\eta_{ij} - \beta_{ij})^2 - y(\delta_i) \geq 0$  时, 则  $H' \geq H$ 。

3PL<sub>i</sub> 互惠性偏好程度越高,  $y(\delta_i)$  的数值会越小, 当  $y(\delta_i)$  的数值小到一定程度时,  $(1 - b_i)(1 - y'(\delta_i))^2 \sum_{j=1}^5 (\eta_{ij} - \beta_{ij})^2 - y(\delta_i) \geq 0$  成立。

推论 4 假定其他变量相同, 公平偏好程度较强的 3PL, 在 4PL 增加额外支付相同的情况下, 增加的努力数量越多, 4PL 获得的收益越大。

当 3PL<sub>i</sub> 的互惠性偏好程度强于 3PL<sub>j</sub>, 则有  $\tau_i = y_i(\delta) \leq \tau_j = y_j(\delta)$ , 易知  $\Delta a_i = \sqrt{\frac{2(\delta - \tau_i)}{b}} \geq \Delta a_j = \sqrt{\frac{2(\delta - \tau_j)}{b}}$ ,

同时由  $y'_i(\delta) \leq y'_j(\delta) \leq 0$ , 易知  $\sum_{i=1}^n (2(1 - b)(1 - y'(\delta))^2 \sum_{j=1}^5 (\eta_{ij} - \beta_{ij})^2 - y(\delta_i)) \geq \sum_{i=1}^n (2(1 - b)(1 - y'(\delta))^2 \sum_{j=1}^5 (\eta_{ij} - \beta_{ij})^2 - y(\delta_j))$ , 即  $\Delta H_i \geq \Delta H_j$ 。

### 算例分析

为凸显论文结果的可操作性, 本文给出一组数据加以说明。为简化计算, 假设只有两个 3PL<sub>i</sub> 即  $i = 1, 2$ , 两项指标任务即  $j = 1, 2$ , 且同一个 3PL 对两项任务的能力相同即  $A_{11} = A_{12} = 5, A_{21} = A_{22} = 10$ , 两项任务的收益贡献系数相同  $\eta_{ij} = \eta_{2j} = 0.6$ , 两个 3PL 的风险规避度相同, 即  $\rho_1 = \rho_2 = 0.3$ , 成本系数相同, 即  $b_1 = b_2 = 0.2$ , 外界因素对业务完成的影响相同, 都在  $(0, 900)$  区间服从正态分布, 激励系数也相同  $\beta_{11} = \beta_{12} = \frac{\eta_{1j} A_{1j}^2}{A_{1j}^2 + b_{1j} \rho_1 \sigma_{1j}^2} = 0.19$ ,

$\beta_{21} = \beta_{22} = \frac{\eta_{2j} A_{2j}^2}{A_{2j}^2 + b_{2j} \rho_2 \sigma_{2j}^2} = 0.39$ 。4PL 多给予两个 3PL 的固定报酬( $\delta$ )与 3PL 要求增加的留存收益( $\tau$ )的函数

表达式分别为:  $\tau_1 = y(\delta_1) = -0.02\sigma + 0.15, \tau_2 = y(\delta_2) = -0.01\sigma_1 + 0.2$ , 由此可知:  $y'(\delta_1) = -0.02, y'(\delta_2) = -0.01$ 。把以上假设数值代入式  $\sum_{i=1}^n (2(1 - b_i)(1 - y'(\delta_i))^2 \sum_{j=1}^2 (\eta_{ij} - \beta_{ij})^2)$  可得其值约为 0.354, 由此, 式(9)可变换为:  $H' = H + 0.354 - [y(\delta_1) + y(\delta_2)]$ 。则 4PL 收益增加数额为  $\Delta H = H' - H = 0.354 - [y(\delta_1) + y(\delta_2)]$ , 为使结果具有实际意义, 则需  $\delta \geq 0, \tau \geq 0$ , 且  $\tau \leq \delta$ , 由此可得 4PL 给予两个第三方物流额外固定支付有效范围分别为:

$\delta_1 \in \left[ \frac{5}{34}, 1 \right], \delta_2 \in \left[ \frac{20}{101}, 1 \right]$ , 在有效集范围内,  $y(\delta_1) \in [0.13, 0.15], y(\delta_2) \in [0.19, 0.20]$ , 两个变量的变化情况见图 2 及图 3 所示, 其中有效集为图中粗线部分。

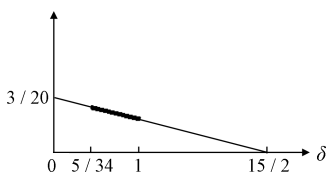


图 2  $\delta$  与  $\tau_1$  的函数关系图

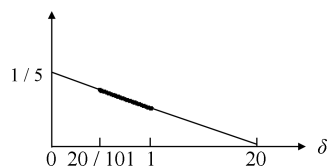


图 3  $\delta$  与  $\tau_2$  的函数关系图

为深入说明银行支付额外固定报酬对两个 3PL 企业努力投入及 4PL 收益的影响,文章在有效集内提取了几组有效数值进行分析,计算结果见表 1 所示,变化情况见图 4 及图 5 所示。

表 1 3PL 努力及 4PL 收益增加额随 4PL 额外支付的变化情况表

$\delta$	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0
$\tau_1$	0.146	0.144	0.142	0.140	0.138	0.136	0.134	0.130
$\tau_2$	0.198	0.197	0.196	0.195	0.194	0.193	0.192	0.190
$\Delta a_1$	0.760	1.251	1.611	1.902	2.153	2.362	2.561	3.141
$\Delta a_2$	0.045	1.018	1.415	1.738	2.015	2.253	2.466	2.846
$\Delta H$	0.010	0.013	0.016	0.019	0.022	0.025	0.028	0.034

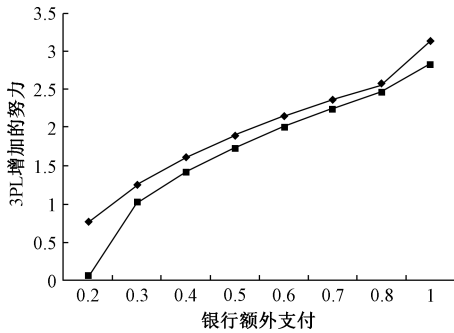


图 4 4PL 额外支付与 3PL 增加努力关系图

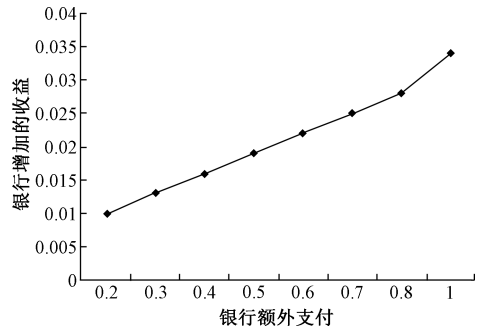


图 5 4PL 额外支付与其收益增加关系图

通过对表 1 及图 4、图 5 分析易知,在有效集范围内,两个 3PL 会随着 4PL 额外支付的增加而增加努力数量,即更加努力工作,且两个 3PL 增加的努力数量不同(图 4 中上线为第一个 3PL 的努力增加变化值,下线为第二个 3PL 的努力增加变化值),增加多少与其“互惠性偏好”行为的强弱有关,互惠性偏好程度越高投入的努力数量越多。银行的收益随着 4PL 额外支付的发生不但没有减少,而是增加,且额外支付越多,其收益越多。结合以上分析,4PL 可以根据 3PL 的互惠性偏好的特征分别设计不同的激励机制,给予不同的额外支付,以实现其收益最大化的目标。

### 契约设计建议

在 3PL 存在互惠性偏好情况下,根据本文结果,4PL 在制定契约时,可根据具体情形参考如下方式:

(1)在未给予额外支付情况下,4PL 的契约设计如下:分解物流作业任务,根据任务对收益影响情况确定激励系数,影响越大,设置的激励系数应越大,此外,激励系数的设置还应考虑 3PL 的风险厌恶程度、外部风险等因素。因固定支付对 3PL 的努力没有影响,所以只需设置一个其能接受的最低值。总之,对执行重要物流任务、且操作业务外部环境稳定、风险厌恶不强的第三方物流给予较强的激励能够提高其努力水平。

(2)4PL 提供额外的固定报酬,3PL 会提高努力水平。根据推论 1 可知,具有互惠性偏好的 3PL 在收到 4PL 给予的额外报酬时,会以增加额外努力数量等方式来回报 4PL 的善意,且增加努力数量的多少与 3PL 的互惠性偏好强弱有关,3PL 互惠性偏好程度越高,投入的额外努力数量就越多,否则,就越少。

(3)当 3PL 确定性收入溢价不变时,4PL 收益是否增加取决于作业操作能力和作业贡献系数及对应的激励系数。根据推论 2 分析可知,3PL 完成作业的能力越强,作业贡献系数与对应激励系数的差越大,4PL 收益增加的概率就越大。

(4)3PL 互惠性偏好程度越高,4PL 增加收益的概率就越大。根据推论 3 可知,3PL 互惠性偏好越强,在 4PL 提供的额外支付数量不变时,3PL 要求增加的确定性收入溢价就越少,增加的努力数量就越多,所以 4PL 增加收益的可能性就越大;相反,3PL 互惠性偏好越弱,4PL 增加收益的概率就越小。根据推论 3 分析可知,当 3PL 互惠性偏好不够强时,4PL 给予额外的固定报酬数量相同时,其要求的确定性收入溢价就越大,从而导致 4PL 收益增加的可能性就下降。此外,当 3PL 率先增加额外努力数量时,4PL 应及时关注并给予回应(精神或物质),如此会使 3PL 公平感得到满足,益于其努力工作。

(5)不同的 3PL 应给予不同数量的额外固定支付。根据推论 4 分析可知,因不同的 3PL 存在独有的互惠

性偏好行为,强弱程度各异,故相同额外固定支付数额可能无法充分发挥3PL的努力积极性及实现银行收益最大化,应结合每个3PL各自的互惠性偏好程度,提供差别化的固定支付数额,这样才有可能实现4PL收益最大化的目标。

## 结束语

农产品供应链金融业务是供应链金融业务的扩展和具体应用,为破解链条中农户、中小企业的融资困局提供了新的路径选择,对解决农民增收、农业现代化及农村经济发展等“三农”问题具有积极意义。但农产品的自然属性决定其开展供应链金融业务更加依赖高水平物流企业,具有资源整合和供应链方案优化能力的第四方物流的加入有效突破了农产品质押融资的局限。本文在深挖农产品供应链金融业务和第四方物流特征的基础上,针对物流作业具体执行者第三方物流道德风险问题,应用委托代理理论的思想,采用第三方物流操作执行的农产品价值评估、运送、监测、违约处理及信息共享五个作业指标,构建了有第四方物流参与且考虑互惠性偏好因素的非利润指标委托代理模型。研究结果显示,在考虑互惠性偏好因素后,当第四方物流支付第三方物流较多的报酬时,第三方物流会通过投入更多努力数量的方式回报第四方物流的“善意”。这种行为会造成第三方物流的收益相对“减少”,但促使第四方物流收益增加。尽管本文从一个新的视角分析了农产品供应链金融业务中第四方物流与第三方物流激励契约机制设计问题,但关于该业务还存在许多问题需要进一步探索,如物流作业定价、质押比率确定、银行对业务成员的选择、质押农产品价格变动监测方等,这些问题是未来需进一步研究的内容。

## 参考文献:

- [1] 李炎炎. 农产品供应链金融及其风险管理研究[J]. 商业时代, 2013, (17):84-85
- [2] 宋华. 供应链金融[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2015
- [3] Stefansson G. Collaborative Logistics Management and the Role of Third-Party Service Providers[J]. International Journal of Physical Distribution and Logistics Management, 2006,36(2):76-92
- [4] Visser E. J. Logistics Innovation in Global Supply Chains: An Empirical Test of Dynamic Transaction-Cost Theory[J]. Geo Journal, 2007,70(2):213-226
- [5] Fulconis F., Saglietto L., Pache G. Strategy Dynamics in the Logistics Industry a Transactional Center Perspective[J]. Management Decision, 2007,45(1):104-117
- [6] Shi J., Guo J., Wang S., et al. Credit Risk Evaluation of Online Supply Chain Finance Based on Third-party B2B e-Commerce Platform: An Exploratory Research Based on China's Practice[J]. International Journal of u-and e-Service, Science and Technology, 2015,8(5):93-104
- [7] 熊熊,马佳,赵文杰,等. 供应链金融模式下的信用风险评价[J]. 南开管理评论, 2009,12(4):92-98
- [8] 胡海青,张琅,张宏道. 供应链金融视角下的中小企业信用风险评估研究:基于SVM与BP神经网络的比较研究[J]. 管理评论, 2012,24(11):70-80
- [9] 冯耕中,何娟,李毅学,等. 物流金融创新:运作与管理[M]. 北京: 科学出版社, 2014
- [10] 李毅学,汪寿阳,冯耕中. 物流金融中季节性存货质押融资质押率决策[J]. 管理科学学报, 2011,14(11):19-32
- [11] 陈云,刘喜,杨琴. 基于清算延迟和流动性风险的供应链存货质押率研究[J]. 管理评论, 2015,27(4):197-208
- [12] 何娟,蒋祥林,朱道立,等. 考虑收益率自相关特征的存货质押动态质押率设定[J]. 管理科学, 2012,25(3):91-101
- [13] 何娟,王建,蒋祥林. 存货质押业务质押物组合价格风险决策[J]. 管理评论, 2013,25(11):163-176
- [14] Buzacott J. A., Zhang R. Q. Inventory Management with Asset-Based Financing[J]. Management Science, 2004, 50(9):1274-1292
- [15] Jin Y., Wang S., Hu Q. Contract Type and Decision Right of Sales Promotion in Supply Chain Management with a Capital Constrained Retailer[J]. European Journal of Operational Research, 2015,240(2):415-424
- [16] Jing B., Seidmann A. Finance Sourcing in a Supply Chain[J]. Decision Support Systems, 2014,58(2):15-20
- [17] Chen X. A Model of Trade Credit in a Capital Constrained Distribution Channel[J]. International Journal of Production Economics, 2015,159(1):347-357
- [18] 白少布,刘洪. 供应链融资的供应商与制造商委托代理激励机制研究[J]. 软科学, 2010,(10):23-25
- [19] 于萍,徐渝. 存货质押三方契约中银行对物流企业的激励[J]. 运筹与管理, 2010,(3):15-20



- [20] 徐鹏,王勇,杨金. 共同委托仓单质押下银行对 3PL 的激励和监督[J]. 科研管理, 2010,31(3):134-142
- [21] 徐鹏,王勇,何定. 统一授信模式融通仓的 4PL 对 3PL 的激励契约[J]. 管理工程学报, 2012,26(3):50-54
- [22] 何娟,王建,蒋祥林. 不完全信息下存货质押业务防合谋机制设计[J]. 软科学, 2012,26(8):141-145
- [23] 史金召,郭菊娥,晏文隽. 在线供应链金融中银行与 B2B 平台的激励契约研究[J]. 管理科学, 2015,28(5):79-91
- [24] 王勇,徐鹏. 考虑公平偏好的委托模式融通仓银行对 3PL 的激励[J]. 管理工程学报, 2010,24(1):95-100
- [25] 杜少甫,杜婵,梁栋. 考虑公平关切的供应链契约与协调[J]. 管理科学学报, 2010,13(11):41-48
- [26] 丁川. 基于完全理性和公平偏好的营销渠道委托代理模型比较研究[J]. 管理工程学报, 2014,28(1):186-192
- [27] 陈畴镛,黄贝拉. 互惠性偏好下的供应链金融委托带来模型比较研究[J]. 商业经济与管理, 2015,(12):52-60
- [28] Rabin M. Incorporating Fairness into Game Theory and Economics [J]. The American Economics Review, 1993, 83(5): 1291-1302
- [29] 蒲勇健. 建立在行为经济学理论基础上的委托-代理模型:物质效用与动机公平的替代[J]. 经济学季刊, 2007,(10): 297-318
- [30] 张同键,蒲勇健. 互惠性偏好隐性知识转化与技术创新能力的相关性研究——基于研发型团队的数据检验[J]. 管理评论, 2010,22(10):100-106
- [31] 蒲勇健. 植入公平博弈的委托代理模型:来自行为经济学的一个贡献[J]. 当代财经, 2007,(3):5-11
- [32] 陈叶烽,叶航. 超越经济人的社会偏好理论:一个基于实验经济学的综述[J]. 南开经济研究, 2012,(1):63-65

*Incentive Mechanism between 4PL and 3PL Considering Reciprocal Preference in Agricultural Product Supply Chain Finance*

*Xu Peng<sup>1</sup>, Wang Lei<sup>1</sup>, Fu Hongyong<sup>1</sup> and Chen Xiaoxu<sup>2</sup>*

(1.China Research Institute of Enterprise Governed by Law, Southwest University of Political Science and Law, Chongqing 401120;

2.School of Economics and Management, Shanxi University, Taiyuan 030006)

**Abstract:** Agricultural product supply chain finance is the business expansion and theoretical extension of supply chain finance. Regarding principal-agent relationship between the fourth party logistics (4PLs) and the third party logistics (3PLs) as the research object, using the principal-agent theory, this paper constructs a non-profit index principal-agent model considering the reciprocal preference and studies the contract design between 4PLs and 3PLs from two aspects. Results show that 3PLs will increase some extra effort in return when 4PLs gives higher reward. When 4PLs offer the same extra fixed payment, and the stronger the sense of 3PLs' reciprocal preference is, the more 3PLs increases extra effort, the more profit 4PLs obtain.

**Key words:** agricultural product supply chain finance, third-party logistics (3PL), fourth-party logistics(4PL), incentive contract