

委托代理理论视角的电子商务环境下供应链激励机制研究

卢安文,王跃平

(重庆邮电大学 经济管理学院,重庆 400065)

摘要:电子商务环境下的供应链上下游企业存在着信息不对称的情况,并且信息不对称可能严重损害整个供应链的利益。文章通过比较信息对称和信息不对称两种情况下线性契约的设计,分析供应商的绝对风险规避度、产出方差、成本系数、能力水平和市场繁荣程度等因素对核心企业的影响。模型分析表明,由于核心企业收益与代理成本有着密不可分的关联,在获取最优收益以及减少代理成本层面上,供应商的绝对风险规避度、产出方差和供应商的成本系数越小,供应商能力水平和市场繁荣程度越好,核心企业收益和付出的代理成本就越趋于最优。

关键词:委托代理;电子商务;供应链;激励机制

中图分类号:F713.36

文献标志码:A

文章编号:1008-5831(2012)02-0050-05

一、引言

随着电子商务的不断发展,企业供应链的运作发生了翻天覆地的变化。以电子商务为基础的信息化、集成化要求企业必须实现整个供应链对客户的快速响应,核心企业与供应商之间由传统的短期合作关系转向长期合作的战略伙伴关系。传统通过事后验货的方式使得产品质量得以保证,而在电子商务环境下,事后验货方式、供应商产品质量不合格等都将延迟核心企业对客户的响应时间。在电子商务环境下,为尽快满足客户的需求,核心企业要求供应商必须在恰当的时间、恰当的地点提供高质量的产品,做到JIT供应,从而对市场做出快速响应。在整个过程中,由于信息传递的电子化,加大了核心企业与供应商之间的信息不对称,产生了突出的委托代理问题^[1]。如何对供应商进行激励,让供应商提供高质量的产品,做到快速响应,成为亟待解决的问题。

利用委托—代理模型对存在信息不对称的问题进行分析,已经成为理论研究普遍采取的方法。国内已经有许多学者对供应链中委托—代理问题进行了一定的研究。李善良、朱道立^[2]利用委托—代理分析框架,研究了供应链中供应商和零售商之间的利益博弈,通过比较在信息对称与信息不对称情况下的线性契约,分析了不同因素对于佣金率、供应商期望收益以及代理成本的影响;杨小力等^[3]分析了在供应链管理与企业内部管理存在巨大差异的基础上,供应链管理的必要性及基于委托—代理理论设计供应链管理激励机制的可行性;

收稿日期:2011-05-26

基金项目:重庆市人文社会科学重点研究基地网络社会发展问题研究中心重点研究课题(K2008-94)

作者简介:卢安文(1970-)男,重庆人,重庆邮电大学经济管理学院教授,博士,主要从事博弈论与信息经济学、运筹学研究。

白世贞、朱晓燕^[4]设计出纯激励模型和加入了监督惩罚策略的激励监督模型,探讨了不同因素对最优激励强度、最优监控强度的影响;周梅华和张红红^[5]采用定性分析的方法,研究供应链企业中委托—代理问题的特征,以及逆向选择和道德风险问题对供应链企业间的委托—代理机制的影响。总体来说,研究方法主流是采用委托—代理模型对信息不对称问题进行契约设计,然后得出激励优化措施。

在电子商务特殊背景下的供应链合作中,核心企业受信息不对称影响不能完全观察到上游供应商的努力水平,供应商的道德风险可能使得核心企业的利益受到很大损害。如何在信息不对称情况下对上游供应商进行激励促使其提高产品质量水平,是供应链核心企业务必解决的委托—代理问题。笔者参照 Holmstrom and Milgrom 给出的简化模型^[6],选择供应商的绝对风险规避度、产出方差、成本系数、能力水平和市场繁荣程度等因素作为变量添加进模型应用中,通过比较信息对称和信息不对称两种情况下线性契约的设计,对电子商务环境下供应链的委托—代理问题进行研究。通过模型分析各个变量对核心企业和供应商收益的影响,为核心企业如何对上游供应商进行激励提供理论依据。

二、模型的构建与求解

在电子商务环境下的供应链中,通过 Internet 或者电子信息系统下订单,上游供应商为核心企业提供产品(产品概念为半成品或者零部件),核心企业通过再生产或销售获得收益。此时上游供应商提供的产品质量是影响核心企业收益的重要因素。核心企业可以通过利用委托—代理激励模型为上游供应商设计一个激励机制,促使上游供应商提高其产品质量以增加自己的收益。

假定供应链中核心企业的产品上游供应商只有一家,核心企业为委托人,上游供应商为代理人,代理人具有私人信息。上游供应商的努力水平 e 是一维变量,产品质量 π 受到上游供应商能力水平、市场水平和市场随机因素影响,表示为:

$$\pi = Af(e) + B + \theta \quad (1)$$

其中, A 表示上游供应商的能力水平, $A > 0$ 。 $f(e)$ 是努力水平 e 的产出函数,且 $f'(e) > 0$,表示努力能够创造的边际利益为正,即努力水平越高,最终的收益越大; $f''(e) \leq 0$,表示努力能够带来的收益的增加速度是递减的。 B 为常数,表示产品市场的繁荣程度,将其设定为固定值。市场随机因素用随机变量 θ 表示, θ 服从正态分布 $\theta \sim N(0, \sigma^2)$ 。上游供应商提供的产品成本为 $C(e)$,其中 $C'(e) > 0$,

$C''(e) \geq 0$ 。

为简化分析,假设 $f(e) = e$ ^[1],参照(1)有:

$$\pi = Ae + B + \theta \quad (2)$$

因此, $E(\pi) = Ae + B$, $\text{Var}(\pi) = \sigma^2$ 。

假定委托人核心企业是风险中性的,代理人上游供应商是风险规避的。考虑线性契约(当委托人和代理人的绝对风险规避度都为常数时,理性代理人情形下的最优合约是线性的,这里假定不变的绝对风险规避度)^[6]:

$$S(\pi) = \alpha + \beta\pi \quad (3)$$

其中, $S(\pi)$ 为代理人上游供应商的收益, α 为固定收入, β 为供应商分享的产出份额,也可以称为佣金率(commission rate)^[2]。 $\beta = 0$ 意味着供应商不承担任何风险, $\beta = 1$ 意味着供应商承担所有风险。

因为委托人是风险中性的,给定 $S(\pi)$,委托人的效用函数为:

$$\begin{aligned} Ev(\pi - s(\pi)) &= Ev(Ae + B + \theta - \alpha - \beta\pi) = \\ &= -\alpha + E(1 - \beta)\pi = \\ &= -\alpha + (1 - \beta)(Ae + B) \end{aligned} \quad (4)$$

由于假定供应商的效用函数具有不变的绝对风险规避度特征^[6],即 $u = -e^{-w}$, r 为绝对风险规避度, w 为供应商的实际收入。设 $C(e)$ 等价于货币成本 $be^2/2$,这里 $b > 0$ 为成本系数, b 越大,同样的努力 e 带来的负效用越大。

$$w = \alpha + \beta(Ae + B + \theta) - \frac{be^2}{2} \quad (5)$$

确定性等价收入(公式推导参照蒲勇健(2007)^[7])为:

$$Ew - \frac{1}{2}r\beta^2\sigma^2 = \alpha + \beta(Ae + B) - \frac{be^2}{2} - \frac{1}{2}r\beta^2\sigma^2 \quad (6)$$

其中, $r\beta^2\sigma^2/2$ 被称为供应商的风险贴水或风险成本^[7],即供应商在收入中放弃 $r\beta^2\sigma^2/2$ 的收入以换取确定性收入,可获得同样效用,也可以理解为 $r\beta^2\sigma^2/2$ 是供应商购买保险的价格。

设 \underline{s} 为供应商的保留收益水平,当参与契约所得的确定性等价收益小于 \underline{s} 时,供应商将不会接受契约。因此供应商参与约束(individual rationality constraint,简称 IR)可以表示为:

$$(IR) \alpha + \beta(Ae + B) - \frac{be^2}{2} - \frac{1}{2}r\beta^2\sigma^2 \geq \underline{s} \quad (7)$$

供应商的激励相容约束(incentive compatibility constraint,简称 IC)为选择努力水平 e 来最大化自己的收益函数。因此,核心企业的激励契约模型可以表达为:

$$\max_{\alpha, \beta, e} Ev = -\alpha + (1 - \beta)(Ae + B)$$

$$\begin{aligned} \text{s. t.} \quad (\text{IC}) \quad & e \in \operatorname{argmax} \alpha + \beta(Ae + B) - \\ & \frac{1}{2}r\beta^2\sigma^2 - \frac{be^2}{2} \quad (8) \\ (\text{IR}) \quad & \alpha + \beta(Ae + B) - \frac{be^2}{2} - \frac{1}{2}r\beta^2\sigma^2 \geq \underline{s} \end{aligned}$$

(一)信息对称情况下

在信息对称的情况下,核心企业可以观测到上游供应商的努力水平,此时,激励约束 IC 不起作用,参与约束 IR 成立,因此,核心企业激励契约模型变为:

$$\begin{aligned} \max_{\alpha, \beta, e} Ev &= -\alpha + (1 - \beta)(Ae + B) \\ \text{s. t.} \quad (\text{IR}) \quad & \alpha + \beta(Ae + B) - \frac{be^2}{2} - \\ & \frac{1}{2}r\beta^2\sigma^2 = \underline{s} \quad (9) \end{aligned}$$

求解上述最优化问题可得:

$$e^* = \frac{A}{b}, \beta^* = 0 \quad (10)$$

将上述结果代入参与约束(9)得到:

$$\alpha^* = \underline{s} + \frac{A^2}{2b} \quad (11)$$

这是帕累托最优合同,此时代理人最优努力水平的边际期望利润等于努力的边际成本,即 $A = be$, 得 $e = A/b$ 。因为委托人核心企业是风险中性的,代理人上游供应商是风险规避的, $\beta^* = 0$ 表示帕累托最优合同中供应商不分担任何风险。核心企业支付供应商固定收入等于供应商保留收益加上达到努力水平的成本,即(11)式。

结论一:信息对称情况下,核心企业可以通过激励契约使得供应商达到最优的努力水平。此时核心企业的期望收益为:

$$Ev(\pi - s(\pi)) = \frac{A^2}{2b} + B - \underline{s} \quad (12)$$

供应商的实际收入为:

$$\alpha^* + \beta^*(Ae^* + B) = \underline{s} + \frac{A^2}{2b} \quad (13)$$

(二)信息不对称情况下

在信息不对称情况下时,核心企业不能够观测到上游供应商的努力水平 e , 帕累托最优不能实现。给定 (α, β) , 供应商的激励相容约束(IC)式(8)为最大化其确定性等价收入。

一阶条件:

$$\begin{aligned} (\alpha + \beta(Ae + B) - \frac{be^2}{2} - \frac{1}{2}r\beta^2\sigma^2)' &= 0 \\ e &= \frac{\beta A}{b} \quad (14) \end{aligned}$$

核心企业激励契约模型为选择 (α, β) 解下列最优化问题:

$$\begin{aligned} \max_{\alpha, \beta} Ev &= -\alpha + (1 - \beta)(Ae + B) \\ \text{s. t.} \quad (\text{IR}) \quad & \alpha + \beta(Ae + B) - \frac{be^2}{2} - \frac{1}{2}r\beta^2\sigma^2 \geq \underline{s} \\ (\text{IC}) \quad & e = \frac{\beta A}{b} \end{aligned}$$

在 Holmstrom - Milgrom 模型里,个人理性约束(IR条件)为等式,这是理性委托人假定的必然推论^[8-10]。求解上述最优化问题得:

$$\beta = \frac{1}{1 + rb\sigma^2/A^2} \quad (15)$$

$$\alpha = \underline{s} + \frac{be^2}{2} + \frac{1}{2}r\beta^2\sigma^2 - \beta(Ae + B) \quad (16)$$

$$e = \frac{\beta A}{b}$$

结论二:在信息不对称情况下,委托人核心企业可以通过最优激励契约 $\beta = \frac{1}{1 + rb\sigma^2/A^2}$, $\alpha = \underline{s} +$

$\frac{be^2}{2} + \frac{1}{2}r\beta^2\sigma^2 - \beta(Ae + B)$ 来提高上游供应商的努力水平,从而达到核心企业所要求的质量要求。

从契约条件可以看出,信息不对称情况下供应商必须承担一定的风险。 β 是 r, b 和 σ^2 的递减函数,是 A^2 的递增函数,即供应商越是风险规避,成本系数越大,产出 π 的方差越大,供应商所要承担的风险就越小。当 $r = 0$ 即供应商是风险中性的,核心企业让供应商承担全部风险来激励供应商提高努力水平。最优契约为供应商承担完全的风险 $\beta = 1$, 此时 $e = e^*$, 达到帕累托最优努力水平;当 $r > 0$, r 越大, β 越小,即供应商的风险规避程度会与佣金率相互抵消。极端的,当 $r = +\infty$, 此时 $\beta = 0$, $e = 0$, 理论上核心企业会给供应商固定工资 \underline{s} , 但在实际中只要是理性的核心企业,不会接受努力水平为 0 的产品。

将 α, β 代入式(4)核心企业的期望收益为:

$$Ev(\pi - s(\pi)) = \frac{A^2}{2b(1 + rb\sigma^2/A^2)} + B - \underline{s} \quad (17)$$

供应商的实际收入为:

$$\begin{aligned} \alpha + \beta(Ae + B) &= \underline{s} + \frac{be^2}{2} + \frac{1}{2}r\beta^2\sigma^2 = \underline{s} + \\ & \frac{A^2}{2b(1 + rb\sigma^2/A^2)} \quad (18) \end{aligned}$$

三、模型分析

由于电子商务环境下的供应链企业之间交流基于互联网或其他电子媒介,委托—代理关系必然处于信息不对称状况下。因此笔者对于信息对称情况下的模型结果不加以具体讨论,下面对信息不对称情况下的模型求解结果进行分析。

(一)核心企业收益与参数变化的关联

根据核心企业的期望收益 $Ev(\pi - s(\pi)) =$

$$\frac{A^2}{2b(1 + rb\sigma^2/A^2)} + B - s, \text{ 可得以下结论。}$$

其一,对供应商能力水平 A 一阶求导,得 $\frac{\partial Ev}{\partial A} =$

$$\frac{A^3(A^2 + 2rb\sigma^2)}{b(A^2 + rb\sigma^2)^2}。 \text{ 由于 } A, r, b \text{ 皆为正数,因此 } \frac{\partial Ev}{\partial A} >$$

0,即供应商的能力水平越强,核心企业可得的收益越高;

其二,对供应商努力成本系数 b 一阶求导,得

$$\frac{\partial Ev}{\partial b} = -\frac{A^4(A^2 + 2rb\sigma^2)}{2b^2(A^2 + rb\sigma^2)^2} < 0, \text{ 即供应商努力成本系}$$

数越大,核心企业的收益会越小;

其三,对供应商绝对风险规避度 r 一阶求导,得

$$\frac{\partial Ev}{\partial r} = -\frac{\sigma^2}{2(1 + rb\sigma^2/A^2)^2} < 0, \text{ 即说明供应商的绝对}$$

风险规避度越大,核心企业的收益越小;

其四,对市场繁荣程度 B 一阶求导,得 $\frac{\partial Ev}{\partial B} = 1$

> 0 ,即说明市场越繁荣,核心企业的收益越高。

从以上分析可得,核心企业的期望收益是供应商能力水平 A 和市场繁荣程度 B 的增函数,是努力成本系数 b 和绝对风险规避度 r 的减函数。

(二) 供应商代理成本:风险成本与激励成本

在信息不对称情况下,委托人不能观测到代理人的努力水平,有两类在对称情况下不存在的代理成本:一类是由于帕累托最优风险分担不能实现而带来的风险成本,另一类是激励成本,指的是信息不对称下由较低的努力水平导致的期望产出的净损失减去代理人努力成本的节约。

在信息对称情况下,由于核心企业是风险中性的,并可以观测到供应商的努力水平,因此此时风险成本为零。在信息不对称情况下,努力水平不可观测,供应商承担的风险为式(15) $\beta = 1/(1 + rb\sigma^2/A^2)$,因此风险成本为:

$$\Delta RC = \frac{1}{2}r\beta^2\sigma^2 = \frac{r\sigma^2}{2(1 + rb\sigma^2/A^2)^2} \quad (19)$$

激励成本是信息不对称情况下由较低的努力水平导致的期望产出的净损失减去代理人努力成本的节约。信息对称情况下,最优努力水平为 $e^* = A/b$;信息不对称情况下,核心企业通过激励契约诱使供应商选择的最优努力水平为 $e = \beta A/b$,将式(15)代入可得:

$$e = \frac{\beta A}{b} = \frac{A}{b(1 + rb\sigma^2/A^2)} < \frac{A}{b} \quad (20)$$

即信息不对称下的最优努力水平要严格小于信

息对称下的最优努力水平。由 $E(\pi) = Ae + B$ 可得两种情况下期望产出的净损失为:

$$\begin{aligned} \Delta E(\pi) &= Ae^* + B - (Ae + B) = A\left(\frac{A}{b}\right) - \\ &A\left(\frac{A}{b(1 + rb\sigma^2/A^2)}\right) = \frac{r\sigma^2}{1 + rb\sigma^2/A^2} \end{aligned} \quad (21)$$

将两种情况下的 e 代入 $C = be^2/2$,可得需要支付供应商的努力成本的节约为:

$$\begin{aligned} \Delta C &= C(e^*) - C(e) = \frac{A^2}{2b} - \frac{A^2}{2b(1 + rb\sigma^2/A^2)^2} = \\ &\frac{2r\sigma^2 + br^2\sigma^4/A^2}{2(1 + rb\sigma^2/A^2)^2} \end{aligned} \quad (23)$$

因此,激励成本为:

$$\Delta E(\pi) - \Delta C = \frac{br^2\sigma^4/A^2}{2(1 + rb\sigma^2/A^2)^2} \quad (24)$$

由式(19)和式(24)可得,总代理成本为:

$$\begin{aligned} AC &= \Delta RC + (\Delta E(\pi) - \Delta C) = \\ &\frac{r\sigma^2}{2(1 + rb\sigma^2/A^2)} \end{aligned} \quad (25)$$

AC 是 r, σ^2, b 和 A^2 的函数,分别对其进行求导,不难得到 AC 是 r, σ^2, b 的增函数,是 A^2 的减函数。即代理成本随供应商的绝对风险规避度 r 、产出方差 σ^2 (代表产出的不确定性)和供应商的成本系数 b (代表不愿意工作程度)的增大而增大,随供应商能力水平 A 的增加而减少。

四、结语

以电子商务为基础的信息化、集成化要求企业必须实现整个供应链对客户的快速响应,加上电子商务环境下的供应链有特殊的信息交流和传递模式,加重了核心企业与供应商之间的信息不对称,从而可能对整个供应链产生严重的损害。利用委托—代理模型对上游供应商进行激励机制设计,对核心企业提高产出收益与减少代理成本有极为积极的作用。从笔者的委托—代理模型分析得出的结论,由于核心企业收益与代理成本 AC 有着密不可分的关联,在获取最优收益以及减少代理成本上,供应商的绝对风险规避度 r 、产出方差 σ^2 和供应商的成本系数 b 越小,供应商能力水平 A 和市场繁荣程度 B 越好,核心企业收益和付出的代理成本就越趋于最优。因此核心企业在通过网络或者实地考察对供应商进行信息甄别时,应当从供应商企业规模、社会评价和产品质量对供应商的综合信息进行具体了解,以确保供应商能提供高质量的产品,并通过委托—代理模型设计的激励机制对供应商自主的努力提高产品质量进行激励,以扩大核心企业的产出收益。

参考文献:

- [1] 杨华, 马飞, 吴梦娜. 闭环供应链协调问题分析[J]. 企业经济, 2010(1): 36-38.
- [2] 李善良, 朱道立. 不对称信息下供应链线性激励契约委托代理分析[J]. 计算机集成制造系统, 2005(12): 1758-1762.
- [3] 杨小力, 杨林岩, 周小耀. 基于委托代理理论的企业供应链激励机制分析[J]. 经济问题, 2006(4): 38-40.
- [4] 白世贞, 朱晓燕. 供应链企业间委托代理及激励监督问题研究[J]. 商业研究, 2008(2): 47-49.
- [5] 周梅华, 张红红. 供应链环境下企业委托代理问题研究[J]. 商业时代, 2008(11): 19-20.
- [6] 张维迎. 博弈论与信息经济学[M]. 上海: 上海人民出版社, 2004(11): 256-260.
- [7] 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, 2007(1): 297-318.
- [8] 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.
- [9] HART O, HOLMSTROM B. Theory of contracts[C]// BEWLEY T. Advances in Economic Theory: Fifth World Congress. Cambridge NK: Cambridge University Press, 1987: 71-155.
- [10] HOLMSTROM B, MILGROM P. Aggregation and linearity in the provision of intertemporal incentives[J]. Econometrica, 1987, 55: 303-328.

A Study on Incentive Mechanism of Supply Chain under E-commerce Environment Applying Principal-agent Theory

LU An-wen, WANG Yue-ping

(School of Economics and Management, Chongqing University of Posts and Telecommunications, Chongqing 400065, P. R. China)

Abstract: Information asymmetry must exist among the up and down-trend firms in the E-commerce supply chain, and information asymmetry is likely to cause serious damage to the core enterprises of supply chain. In this paper, by comparing the design of linear compact under situation of information symmetry and information asymmetric, the effects what absolute risk aversion degree, output VAR, cost coefficient, ability level and market prosperity level etc. do to the core enterprises have been analyzed. And it can provide the core enterprises a theoretical basis of how to inspirit upstream suppliers.

Key words: principal-agent; e-commerce; supply chain; incentive mechanism

(责任编辑 傅旭东)