

B2B 电子市场下商业信用筹资的供应链 收入共享契约协调

于丽萍, 李湘缘, 黄小原
(东北大学 工商管理学院, 辽宁 沈阳 110819)

摘 要: 考虑商业信用筹资对供应商与零售商各自目标利润及供应链的总利润的影响, 从传统市场出发, 分析了商业信用筹资时收入共享契约在实现供应链协调及收益合理分配方面的作用, 建立了 B2B 电子市场下基于商业信用的收入共享契约协调模型, 推导出实现供应链有效协调的最优契约参数. 通过比较传统市场与电子市场的协调机制, 结合信用期对最优契约参数的影响, 得出商业信用筹资时供应链双方进入电子市场交易并实现收益合理分配的充分条件. 最后通过数值算例说明了所得结论.

关 键 词: 电子市场; 供应链; 商业信用; 收入共享; 协调

中图分类号: F 275.4 文献标志码: A 文章编号: 1005-3026(2014)06-0908-05

Supply Chain Coordination Based on Revenue Sharing Contract in B2B e-Markets with Trade Credit Financing

YU Li-ping, LI Xiang-yuan, HUANG Xiao-yuan

(School of Business Administration, Northeastern University, Shenyang 110819, China. Corresponding author: YU Li-ping, E-mail: lpyu@neu.edu.cn)

Abstract: Considering the effects of trade credit financing on supplier and retailer target profits respectively and total profits of supply chain, and starting from the traditional market, the effect of revenue sharing mechanism based on trade credit for supply chain coordination and distributing the profit was analyzed. The model of e-market revenue sharing contract coordination based on trade credit was developed and the optimal contract parameters for rational allocation of income were derived. Considering the impact that credit period imposed on optimal parameters, by comparing the coordination mechanism in traditional market and e-market, sufficient conditions were got for supply chain members to enter e-markets and to realize the rational allocation of income. Finally, the conclusions were illustrated by a numerical example.

Key words: e-market; supply chain; trade credit; revenue sharing; coordination

互联网中的 B2B 电子商务已经成为供应链管理的核心^[1]. 近年来, 国内外学者研究了 B2B 电子市场下供应链的协调问题. 文献[2]探讨了买方为中心的 B2B 电子市场下实现供应链协调的回购策略. 文献[3-4]分别研究了 B2B 电子市场下基于期权合同的供应链协调机制与有效实现供应链渠道协调问题. 文献[5]研究了基于 B2B 的时尚产品返回时实现供应链渠道协调的最优定价和订货策略. 文献[6]研究了收入共享契约对

电子商务供应链的激励和协调问题. 但是这些研究几乎都没有考虑商业信用筹资对供应链利润和协调策略的影响.

作为一种典型的供应链筹资方式, 商业信用筹资时资金的使用效率通过供应链成员之间的合作可以得到提高, 从供应链管理的角度来看, 由此而增加的收益也应该由供应链中的成员来共同分享. 通过收入共享契约可以实现对整个供应链收益的等同划分^[7]. 而且收入共享契约与价格折

扣、回购和数量折扣等契约分析比较的结果表明收入共享契约建立了需求风险分担机制,在零售商决策价格与最优订货量时能够协调供应链中利润的分配^[8].而现有的以供应链管理角度关于商业信用的研究^[9-10]都是在需求确定的条件下研究通过商业信用来实现供应链利润的分配和渠道协调.文献[11]研究了仓储限制条件下利用商业信用提高供应链运作绩效的问题,也没有考虑需求的不确定性.文献[12-13]进一步研究了随机需求下通过商业信用契约实现供应链的协调问题,却没有考虑商业信用筹资时可以通过已趋于成熟的收入共享契约实现供应链成员的有效合作.文献[14]分析了商业信用筹资时收入共享机制在实现收益的合理分配与改进供应链整体运作绩效方面的作用.但是这些研究均没有考虑 B2B 电子市场下商业信用筹资时供应链的协调与收益分配问题.

针对以上研究的不足,本文在文献[14]的基础上,考虑市场需求是随机的前提下商业信用对供应链双方利润的影响,从传统市场出发,建立 B2B 电子市场下基于商业信用的收入共享契约模型,探讨一定信用条件下供应商与零售商参与电子市场交易的动力和最终通过收入共享契约实现收益合理分配与供应链有效协调的所需条件.

1 问题描述

在一个供应商和一个零售商构成的供应链中,市场需求是随机的,由零售商决策订货量,在以销定产的前提下,订货量等于供应商的生产量.供应商向零售商提供商业信用,相当于向零售商提供了一笔无息贷款,零售商可以利用这些资金进行投资进而取得收益,从而会增加订货.对于供应商而言,虽然销售量的扩大会使销售利润得到增加,但由于资金被零售商占用,自身的资金成本也会增加.因此,要实现供应链成员双方的互利共赢,改进供应链整体的运作绩效,需要零售商和供应商的协商合作.

契约设计中, q_1 与 q_2 分别为零售商在传统市场和电子市场上的订货量; w_1 与 w_2 分别为供应商在传统市场和电子市场上的单位批发价格.由于在电子市场中供应商之间的竞争异常激烈,供应商提供的批发价格通常比传统市场低,故假定 $w_1 > w_2$. c 为供应商的单位成本, c_r 为零售商除批发价格外的单位交易费用; i_s 为供应商的平均资金成本率, i_r 为零售商的平均投资收益率,且

$i_r > i_s$. 市场需求 X 为外生的非负连续型随机变量,其概率分布函数为 $F(x)$, 概率密度函数为 $f(x)$. p 为零售商单位产品的零售价格,是外生的且保持不变; t 为供应商提供的信用期($0 < t < 1$, 以年为单位). ϕ_1, ϕ_2 ($0 < \phi < 1$) 分别表示传统市场和电子市场上的收入共享系数.

2 传统市场下的供应链协调与收益分配

集成供应链中供应商与零售商处于同一实体,采取集中决策,不会发生额外的交易费用,即 $c_r = 0$.当供应商向零售商提供商业信用时,集成供应链中每销售单位产品的利润为 $[(1 + i_r)t p - c - ci_s t]$,供应链系统的利润函数表示为

$$\pi(q) = (1 + i_r t) \left[\int_0^q p x f(x) dx + \int_q^\infty p q f(x) dx \right] - (c + ci_s t) q. \tag{1}$$

使集成供应链利润最大化的最优订货量满足下式:

$$q_1^* = F^{-1} \left(1 - \frac{c + ci_s t}{p + pi_r t} \right). \tag{2}$$

但是,现实中供应商与零售商通常各自独立地进行决策,考虑自身利润的最大化.此时,零售商的利润函数为

$$\pi_r^r = (1 + i_r t) \left[\int_0^{q_1} p x f(x) dx + \int_{q_1}^\infty p q_1 f(x) dx \right] - w_1 q_1 - c_r q_1. \tag{3}$$

使零售商利润最大化的最优订货量满足下式:

$$q_1^* = F^{-1} \left(1 - \frac{w_1 + c_r}{p + pi_r t} \right). \tag{4}$$

比较式(2)与式(4)可以看出,独立决策时,由于供应商制定的批发价格需弥补其自身的成本,即 $w_1 > c + ci_s t$,则有 $q_1^* < q_1^*$.考虑建立收入共享契约来提高零售商的订货量.

引入收入共享系数 ϕ_1 后,零售商的利润函数表示为

$$\pi_r^r = \phi_1 (1 + i_r t) \left[\int_0^{q_1} p x f(x) dx + \int_{q_1}^\infty p q_1 f(x) dx \right] - w_1 q_1 - c_r q_1. \tag{5}$$

零售商的最优订货量满足下式:

$$q_1^* = F^{-1} \left[1 - \frac{w_1 + c_r}{\phi_1 (p + pi_r t)} \right]. \tag{6}$$

此时,供应商的期望利润为

$$\pi_s^s = (w_1 - c - ci_s t) q_1^* + (1 - \phi_1) \left(1 + i_r t \right) \left[\int_0^{q_1^*} p x f(x) dx + \int_{q_1^*}^\infty p q_1 f(x) dx \right]. \tag{7}$$

令 $q_1^* = q_r^*$, 得到收入共享系数与批发价格和信用期具有如下关系:

$$\phi_1 = \frac{w_1 + c_r}{c + ci_s t} \tag{8}$$

在共享系数 ϕ_1 确定的情况下, 任何使供应链系统利润最大的最优决策 q_r^* 也可保证零售商和供应商的利润达到最大, 实现了传统市场下分散供应链的有效协调. 由文献[14]可知, 传统市场下收入共享系数 ϕ_1 满足式(8)时, 零售商的利润为 $\phi_1 \pi$, 供应商的利润为 $(1 - \phi_1) \pi$, 表明在其他条件不变时, 信用期越长, 供应商分享的收入比例就越大, 其增加的资金成本得到了弥补. 此时共享的收益包括零售商由于延期支付货款而增加的投资收益, 说明供应链成员企业的有效合作提高了资金使用效率, 对增加的收益进行了合理分配.

3 电子市场下供应链协调机制的建立

B2B 电子市场下集成供应链的期望利润与传统市场相比不会发生改变, 即最优订货量满足 $q_E^* = q_r^* = F^{-1}(1 - \frac{c + ci_s t}{p + pi_r t})$. 由于买卖双方沟通即时, 假设此时零售商不会发生除批发价格以外的额外费用, 即 $c_r = 0$.

引入收入共享系数 ϕ_2 后零售商的利润函数

$$\pi_E^r = \phi_2(1 + i_r t) [\int_0^{q_2^*} p x f(x) dx + \int_{q_2^*}^{\infty} p q_1 f(x) dx] - w_2 q_2 \tag{9}$$

零售商的最优订货量满足:

$$q_2^* = F^{-1}[1 - \frac{w_2}{\phi_2(1 + i_r t)p}] \tag{10}$$

通常, 电子市场拥有者会向供应商收取固定金额的年费(v), 并按一定的交易金额比例(λ)收取交易费, 供应商的利润函数为

$$\pi_E^s = (w_2 - c - ci_s t - \lambda w_2) q_2^* + (1 - \phi_2)(1 + i_r t) [\int_0^{q_2^*} p x f(x) dx + \int_{q_2^*}^{\infty} p q_1^* f(x) dx] - v \tag{11}$$

此时, 得到电子市场下实现供应链协调的共享系数为

$$\phi_2 = \frac{w_2}{c + ci_s t} \tag{12}$$

可以看出, 在共享系数 ϕ_2 确定的情况下, B2B 电子市场下商业信用筹资时同样可以使得 $q_2^* = q_E^*$, 通过收入共享契约实现供应链的有效协调. 并且共享系数 ϕ_2 的确定同样与供应商提供的信用期长短有关. 在批发价格一定时, 供应商提供

的信用期越长, 其资金占用成本越大, 共享比例 $(1 - \phi_2)$ 就越大, 延长信用期而增加的资金成本同样通过其分享的收益得到弥补.

4 电子市场与传统市场协调机制的比较分析

根据假设 $w_1 > w_2$ 可知 $\phi_1 > \phi_2$, 即在信用期确定的前提下, 批发价格的下降将使得零售商在电子市场中分享的收入比例减小, 供应商的分享比例则随之增加, 但供应商还需要向电子市场拥有者支付交易费和年费. 因此, 对于供应链成员企业来说, 是否有动力加入电子市场, 还需要进一步加以探讨.

根据式(9)与式(12), 电子市场下建立收入共享协调机制后, 零售商的利润为

$$\pi_E^r = \phi_2 \pi \tag{13}$$

由式(13)可知, 加入电子市场后零售商的利润减少了. 如果通过缩短信用期保持共享系数不变($\phi_2 = \phi_1$)来保证加入电子市场后零售商的利润不减少, 又将直接引起零售商投资收益的降低和最优订货量的改变. 因此, 需要在供应商提供相同信用条件的前提下, 寻求其他途径来弥补零售商利润的下降.

设供应商参与 B2B 电子交易增加的利润为 $\Delta \pi_s$, 为了便于分析, 在随机需求条件下通常假定需求服从均匀分布来分析问题^[15]. 本文也假定需求 X 服从 $(0, D]$ 范围上的均匀分布, 根据式(7)与式(11)可得

$$\Delta \pi_s = \{w_2 - w_1 - \lambda w_2 + \frac{(w_1 + c_r - w_2)[(c + ci_s t) + (p + pi_r t)]}{2(c + ci_s t)}\} q^* - v \tag{14}$$

令 $\Delta \pi_s \geq 0$, 得到电子市场拥有者向供应商收取的交易费用比例 λ 满足:

$$\lambda_{\max} = \frac{w_2 - w_1}{w_2} + \frac{[(p + pi_r t) + (c + ci_s t)](w_1 - w_2 + c_r)}{2(c + ci_s t)w_2} - \frac{(p + pi_r t)v}{[(p + pi_r t) - (c + ci_s t)]Dw_2} \tag{15}$$

如果电子市场拥有者向供应商收取的交易费用比例 $\lambda > \lambda_{\max}$, 则意味着供应商在电子市场的利润低于传统市场的利润, 则其不会加入电子市场. 如果 $\lambda \leq \lambda_{\max}$, 供应商在电子市场的利润不低于传统市场的利润, 将会自发地加入电子市场. 这时, 考虑将供应商新增的部分利润补贴给零售商,

保证双方利润至少与传统市场持平. 故在满足 $\lambda \leq \lambda_{\max}$ 的同时, 还应保证 $\Delta \pi_s \geq -\Delta \pi_r$, 得到

$$\lambda^* = \frac{c_r}{w_2} - \frac{(p + pi_r t) v}{[(p + pi_r t) - (c + ci_s t)] Dw_2}. \quad (16)$$

若 $\lambda > \lambda^*$, 则 $\Delta \pi_s < \Delta \pi_r$, 意味着供应商能够提供给零售商的最大补贴都不足以弥补零售商的利润损失, 零售商不会加入电子市场. 为了促进交易达成以增加自身收益, 电子市场拥有者将有意愿在交易费用上做出一定让步, 为供应商向零售商提供补贴创造条件. 在交易费用比例满足 $\lambda \leq \lambda^*$ 的情况下, 当供应商提供给零售商的单位补贴不低于 $\frac{-\Delta \pi_r}{q^*} = \frac{w_1 + c_r - w_2}{2(c + ci_s t + c_r)} [(c + ci_s t) - (p + pi_r t)]$ 时, 就可以保证零售商在电子市场获得的

利润不低于传统市场的利润, 吸引其加入电子市场, 并通过收入共享契约实现收益的合理分配与供应链的协调.

5 算 例

设定模型参数如下: $p = 20, c = 5, c_r = 0.5, i_s = 10\%, i_r = 12\%, v = 200$, 需求 X 服从 $(0, 1\,000)$ 范围内的均匀分布. 现实中的普遍情况是供应商根据零售商的信用状况提供一定的信用条件, 假定供应商提供的信用期 t 为 $1/4$. 首先计算传统市场下共享系数对批发价格和供应链利润的影响. 计算结果如表 1 所示.

表 1 传统市场不同共享系数下的批发价格及供应链成员利润

Table 1 Traditional market wholesale prices and profit under different sharing coefficients

共享系数	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8
批发价格 w_1	1.550	2.063	2.575	3.088	3.600
零售商利润	2 325.01	2 906.26	3 487.51	4 068.76	4 650.01
供应商利润	3 111.90	2 530.65	1 949.40	1 368.15	786.90

表 1 的数值结果表明, 批发价格随着共享系数的不断增加而提高. 供应商与零售商实现了对供应链收益的均等划分.

电子市场下由于供应商之间竞争异常激烈, 假设批发价格降幅普遍为 10% 时, 零售商利润变化情况的计算结果如表 2 所示.

表 2 电子市场不同批发价格下的共享系数及零售商利润

Table 2 Electronic market sharing coefficient and profit under different wholesale prices

批发价格 w_2	1.395	1.857	2.318	2.779	3.24
共享系数	0.27	0.36	0.45	0.54	0.63
零售商利润	1 582.14	2 105.26	2 628.39	3 151.52	3 674.64

表 2 的数值结果表明, 在信用期不变的前提下, 批发价格的降低使得电子市场上的共享系数减小, 导致零售商的利润始终小于传统市场上的利润.

共享系数一定时 ($\phi_2 = 0.45$), 改变信用期计算出两种市场下零售商的利润如图 1 所示.

从图 1 可以看出, 改变信用期对改善零售商利润状况的影响微乎其微, 需要考虑改变交易费给予零售商补贴的策略. B2B 电子市场下, 收入共享比例 (以 $\phi_2 = 0.63$ 为例) 一定时交易费比例对供应商与零售商利润的影响如图 2 所示.

从图 2 可以看出, 当电子市场拥有者收取的交易费小于 $\lambda^* = 7\%$ 时, 供应商增加的利润大于零售商减少的利润, 可以通过供应商给零售商补贴来实现交易与供应链的协调; 当交易费比例 $\lambda^* = 7\% < \lambda < \lambda_{\max} = 48\%$ 时, 供应商增加的利润

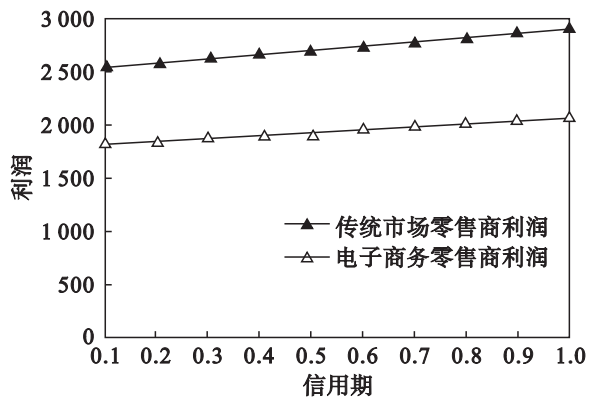


图 1 两种市场不同信用期下的零售商利润
Fig. 1 Two kinds of market retailers profit under different credit periods

不足以弥补零售商的利润损失; 当 $\lambda > \lambda_{\max}$ 时, 供应商利润也呈降低趋势, 此时供应链双方均不会参与交易.

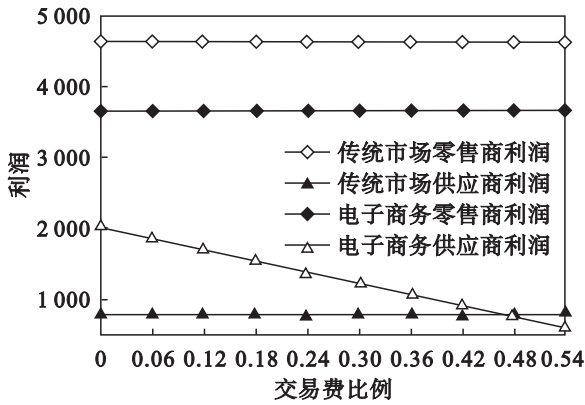


图 2 不同交易费比例下的供应链成员利润
Fig. 2 Profit of the supply chain members under different transaction fee proportions

6 结 论

本文认为商业信用作为供应链的典型筹资方式和一种重要的促销手段,对 B2B 电子市场下的供应链协调同样具有重要的影响. 通过建立收入共享契约,在传统市场下和电子市场下均可以实现分散供应链的协调,并使供应链成员合理分享由于提高资金的使用效率而增加的收益. 而且,电子市场与传统市场协调机制对比分析的结果表明,电子市场中供应商提供的信用条件应该与传统市场相同,为了吸引供应链成员参与电子市场交易,需要第三方电子市场拥有者的配合.

参考文献:

[1] Rosenzweig E D, Roth A V. B2B seller competence: construct development and measurement using a supply chain strategy lens[J]. *Journal of Operations Management*, 2007, 25:1311 – 1331.

[2] Wang C X, Benaroch M. Supply chain coordination in buyer centric B2B electronic markets[J]. *International Journal of Production Economics*, 2004, 92:113 – 124.

[3] 常志平,蒋馥. 供应链中电子市场与合约市场的协调研究[J]. *华中科技大学学报*, 2004, 32(1):111 – 113.

(Chang Zhi-ping, Jiang Fu. Coordination mechanism between electronic markets and contract market in supply chain[J]. *Journal of Huazhong University of Science and Technology*, 2004, 32(1):111 – 113.)

[4] 晏妮娜,黄小原. B2B 电子市场下供应链期权合同协调模型与优化[J]. *控制与决策*, 2007, 22(5):535 – 539.

(Yan Ni-na, Huang Xiao-yuan. Models and optimization of option contract coordination in supply chain with B2B E-market[J]. *Control and Decision*, 2007, 22(5):535 – 539.)

[5] Li Y J, Wei C S, Cai X Q. Optimal pricing and order policies with B2B product returns for fashion products [J]. *International Journal of Production Economics*, 2012, 135: 637 – 646.

[6] Chang Z P, Jiang F. E-supply chain incentive and coordination based on revenue sharing contract[J]. *Journal of Shanghai Jiaotong University: Science*, 2004, 9(1):42 – 48.

[7] Wang Y, Jiang L, Shen Z J. Channel performance under consignment contract with revenue sharing [J]. *Management Science*, 2004, 50(1):34 – 47.

[8] Cachon G P, Lariviere M A. Supply chain coordination with revenue sharing contracts: strengths and limitations [J]. *Management Science*, 2005, 51(1):30 – 44.

[9] Sarmah S P, Acharya D, Goyal S K. Coordination and profit sharing between a manufacturer and a buyer with target profit under credit option [J]. *European Journal of Operational Research*, 2007, 182:1469 – 1478.

[10] Chen L H, Kang F S. Coordination between vendor and buyer considering trade credit and items of imperfect quality [J]. *International Journal of Production Economics*, 2010, 123: 52 – 61.

[11] Zhong Y G, Zhou Y W. Improving the supply chain’s performance through trade credit under inventory-dependent demand and limited storage capacity [J]. *International Journal of Production Economics*, 2013, 143:364 – 370.

[12] Lee C H, Rhee B D. Trade credit for supply chain coordination[J]. *European Journal of Operational Research*, 2011, 214:136 – 146.

[13] 于丽萍,黄小原,徐家旺. 随机需求下供应链商业信用契约协调[J]. *运筹与管理*, 2009, 18(6):33 – 36.

(Yu Li-ping, Huang Xiao-yuan, Xu Jia-wang. Coordination and profit sharing with trade credit in supply chain [J]. *Operations Research and Management Science*, 2009, 18(6):33 – 36.)

[14] 于丽萍,黄小原,邱若臻. 基于商业信用的收入共享契约与供应链协调[J]. *运筹与管理*, 2009, 18(1):42 – 47.

(Yu Li-ping, Huang Xiao-yuan, Qiu Ruo-zhen. Supply chain coordination and revenue-sharing contract based on trade credit [J]. *Operations Research and Management Science*, 2009, 18(1):42 – 47.)

[15] Emmons H, Gilbert S M. The role of returns policies in pricing and inventory decisions for catalogue goods [J]. *Management Science*, 1998, 44(2):276 – 283.