

B2B 电子市场对零售商最优策略影响研究^①

邢伟¹, 汪寿阳², 冯耕中³

(1. 北京航空航天大学经济管理学院, 北京 100083;

2. 中国科学院数学与系统科学研究院, 北京 100080; 3. 西安交通大学管理学院, 西安 710049)

摘要: 在假定零售商是风险厌恶的前提下, 研究了零售商参与 B2B 电子市场交易时的最优订购和定价策略; 在此基础上, 运用数值例子分析了 B2B 电子市场对零售商最优策略及其期望效用的影响. 研究表明, 参与 B2B 电子市场的零售商承担了更大的风险, 并且只有在一定的条件下才能受益. 此外, 研究还发现参与 B2B 电子市场的零售商设置较低的零售价格, 并增大了订购数量.

关键词: 电子市场; 供应链; 风险管理; 定价策略

中图分类号: F253.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-9807(2008)05-0001-06

0 引言

近几年来, B2B 电子市场成为电子商务的主要推动力^[1]. 这些电子市场主要从事金属、化工、塑料、半导体等产品的交易^[2]. 20 世纪中期建立的 ChemConnect 是 B2B 电子市场的典范. 这家面向化工和塑料行业的电子市场为一百多个国家上万家会员提供服务^[3]. 我国 B2B 电子市场始建于 1999 年, 到 2007 年已经达到 100 家左右. 其中, 环球金属网^[4]、上海大宗钢铁电子交易中心、联合钢铁网、中橡商务网、中国食糖网等已经成为所在行业的重要采购和销售中心.

从零售商角度来看, 电子市场是一把双刃剑. 一方面, 零售商可以通过在电子市场上交易消除额外的库存; 此外, 零售商可以通过在电子市场上投机来获利, 这些优势可以使得零售商从中受益. 另一方面, 电子市场的价格波动使得零售商承担更大的风险^[5]. 因此, 零售商是否愿意参与电子市场成为关注的热点. 例如在我国贸易商众多的钢铁流通行业, 仅仅很少一部分贸易商参与电子市场交易, 背后的原因至今尚未清楚.

在我国的商品流通体系中, 现货商品批发市

场一直占有主流的地位. 但是这些由小商贩为主体支撑的传统批发市场已经不能适应信息时代的要求. 近几年来, 在现货商品批发市场基础上衍生的电子市场正在逐渐崛起. 电子市场为供应商、零售商和终端用户提供了新的销售和采购方式, 从而改变了传统供应链结构. 然而电子市场是否能降低零售价格从而提高供应链效率, 尚且缺少理论研究. 早在 1991 年, Bakos 认为电子市场能够降低搜寻费用, 从而能使得买方受益^[6]. 此外, 一些学者比较了网上市场价格和传统零售渠道价格, 发现网上市场价格比传统市场价格低^[7-9]. 尽管这些研究主要是针对 B2C 电子商务模式的, 仍可以推测, B2B 电子市场也能够降低零售价格.

早期对电子市场的研究主要集中在: 电子市场交易费用^[6, 10]; 电子市场运作和风险管理等领域^[11, 12]. 随后, 有些研究从供应链角度展开. 如文献[13]运用两阶段报童模型研究了在线二级市场对供应链的影响. 文献[14]比较了电子市场环境下的三种采购策略: 基于长期合约、现货市场和这两者的组合. 文献[15]分析了企业是否愿意参与 B2B 电子市场的交易, 并发现通过一个简单的

① 收稿日期: 2007-06-13; 修订日期: 2008-07-06.

基金项目: 国家自然科学基金重点项目(70731003); 国家自然科学基金创新研究群体基金资助项目(70300501).

作者简介: 汪寿阳(1958—), 男, 江苏人, 研究员, 博士生导师. Email: sywang@amss.ac.cn

回收策略可以使供应链取得协调. 文献[16]研究了使用电子市场来销售回收再加工的产品, 着重研究了电子市场情况下最优回收策略. 这些研究都假定电子市场参与者是风险中性的, 本文在假定零售商是风险厌恶的基础上, 考察电子市场对零售商的影响. 文献[17]在假定零售价格是固定的前提下研究零售商的最优订购策略; 而本文考虑弹性需求的情况, 零售商需要同时决策最优订购量和最优零售价格.

1 零售商参与电子市场时的最优策略

本文以一个 B2B 电子市场下两阶段的供应链模型为背景, 如图 1 所示. 零售商可用通过两个渠道采购某种标准化产品: 通过合同从生产商处订购, 或者在电子市场上采购. 在销售期前, 给定批发价格 w 前提下, 零售商决策零售价格 p_r 和合同订购量 q 来优化自己的预期效用; 在销售期间, 零售商根据实际情况在电子市场上交易. 假定电子市场上该产品的价格 p_e 是随机变量, 而且电子市场参与者都是价格接收者.

假定零售渠道的需求函数是线性函数:

$$D_r = a - bp_r + cp_e \quad (1)$$

其中, a 为零售渠道潜在的最大需求量, 系数 b 和 c 分别反映了零售价格和电子市场交易价格对零售渠道需求量的影响. 一般来说, 零售价格对零售渠道的需求影响较大, 因此假定 $b > c > 0$ 从该需求函数可以看出: 当电子市场上价格升高时, 选择从零售商采购的终端用户增多, 从而增大了零售渠道的需求量^[18].

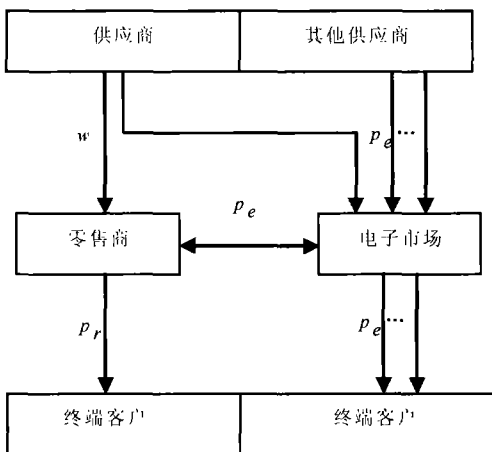


图1 B2B 电子市场下的供应链模型结构

Fig. 1 Supply chain with B2B electronic marketplace

通常, 零售渠道的需求情况反映了社会整体需求. 当零售渠道需求大的时候, 社会整体需求也旺盛, 从而, 电子市场上的价格也高. 因此本文假定 a 和 p_e 正相关, 并服从二维正态分布: $(a, p_e) \sim BN[\mu_a, \mu_e, \sigma_a^2, \sigma_e^2, \rho]$, 其中相关系数 $1 > \rho \geq 0$, 文献[17, 19, 20] 也采用或验证了这个假设. 在现实社会中, 零售商需要承担库存等费用, 因此假定 $w < \mu_e$. 在上述假设下, 零售商的利润函数为

$$\begin{aligned} \pi_{EM} &= p_r D_r - wq - p_e(D_r - q)^+ + p_e(q - D_r)^+ \\ &= p_r D_r - wq - p_e(D_r - q) \end{aligned} \quad (2)$$

零售商同时关注自己的利润和风险, 本文用 k 来表示零售商的风险偏好, 并假定零售商是风险厌恶类型, 也就是 $k > 0$. 因此, 零售商的效用函数为^[21, 22]

$$U_{EM}(p_r, q) = E[\pi_{EM}] - kVar[\pi_{EM}] \quad (3)$$

通过式(2), 可以计算出零售商利润函数的期望值和方差(详见附录):

$$E[\pi_{EM}] = (b\mu_e + c\mu_e + \mu_a)p_r - bp_r^2 + (\mu_e - w)q - \rho\sigma_a\sigma_e - \mu_a\mu_e - c(\mu_e^2 + \sigma_e^2) \quad (4)$$

$$Var[\pi_{EM}] = (1 - \rho^2)\sigma_a^2[(p_r - \mu_e)^2 + \sigma_e^2] + H^2 + 4\mu_e HT + 4\mu_e^2 T^2 + 2T^2\sigma_e^2 \quad (5)$$

其中, $H = (b\sigma_e + c\sigma_e + \rho\sigma_a)p_r + q\sigma_e - \mu_a\sigma_e + \rho\mu_e\sigma_a$ 和 $T = -(c\sigma_e + \rho\sigma_a)$.

零售商通过决策零售价格和订购数量来优化自己的期望效用, 因此, 其决策问题为

$$\max_{p_r, q} U_{EM}(p_r, q) = E[\pi_{EM}] - kVar[\pi_{EM}] \quad (6)$$

性质 1 如果 $k_r > 0, \sigma_e > 0$, 则零售商效用函数 $U_{EM}(p_r, q)$ 是零售价格 p_r 和订购数量 q 的凹函数.

证明 零售商效用函数 $U_{EM}(p_r, q)$ 的一阶导数为

$$\begin{aligned} \frac{\partial U_{EM}}{\partial p_r} &= -2bp_r + (b+c)\mu_e + \mu_a - \\ &2k[(1 - \rho^2)\sigma_a^2(p_r - \mu_e) + (b\sigma_e + c\sigma_e + \rho\sigma_a)(H + 2\mu_e T)] \end{aligned} \quad (7)$$

$$\frac{\partial U_{EM}}{\partial q} = \mu_e - w - 2k\sigma_e(H + 2\mu_e T) \quad (8)$$

其二阶导数为

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 U_{EM}}{\partial p_r^2} &= -2b - 2k[(1 - \rho^2)\sigma_a^2 + (b\sigma_e + \\ &c\sigma_e + \rho\sigma_a)^2] \end{aligned}$$

$$\frac{\partial^2 U_{EM}}{\partial p_r \partial q} = -2k\sigma_e(b\sigma_e + c\sigma_e + \rho\sigma_a) \text{ 和}$$

$$\frac{\partial^2 U_{EM}}{\partial q^2} = -2k\sigma_e^2$$

令 H 为其海赛矩阵, 如果 $k_r > 0$ 和 $\sigma_e > 0$, 则

$$H_{11} = \partial^2 U_{EM} / \partial p_r^2 < 0 \text{ 和 } \det(H) = 4bk\sigma_e^2 + 4k^2\sigma_a^2\sigma_e^2(1 - \rho^2) > 0$$

因此, 海赛矩阵 H 负定, 结论得证。证毕。

由一阶条件, 可用求得零售商的最优零售价格和最优订购数量, 如下所示:

$$p_r^* = \frac{w(b+c) + \mu_a + 2k(1-\rho^2)\sigma_a^2\mu_e}{2b + 2k(1-\rho^2)\sigma_a^2} - \frac{(\mu_e - w)\rho\sigma_a}{2\sigma_e[b + k(1-\rho^2)\sigma_a^2]} \quad (9)$$

$$q^* = \mu_a + 2c\mu_e + \frac{\mu_e - w}{2k\sigma_e^2} + \frac{\rho\mu_e\sigma_a}{\sigma_e} - \left(b + c + \frac{\rho\sigma_a}{\sigma_e}\right)p_r^* \quad (10)$$

2 B2B 电子市场对零售商的影响

本节分析电子市场对零售商的最优策略及其期望效用的影响。为了便于比较, 把零售商不参与电子市场时的情况作为比较的基准。

如果零售商不参加 B2B 电子市场, 其利润函数表示如下:

$$\pi_{EM} = p_r \min(D_r, q) - wq + s(q - D_r)^+ \quad (11)$$

上式中, 第 1 项为零售商的收益; 第 2 项为采购成本; 第 3 项为剩余产品的残值。同样, 零售商同时关注自己的利润和风险, 其决策问题为

$$\max_{p_r, q} U_{TM}(p_r, q) = E[\pi_{TM}] - k\text{Var}[\pi_{TM}] \quad (12)$$

上式得不到显示解, 因此, 本文用数值例子来分析电子市场对零售商的影响。在下列仿真中, 假定相关参数如下 $\mu_a = 100, \mu_e = 12, w = 10, b = 1, c = 0.5, \rho = 0.1, s = 4, \sigma_a = 20$; 在 2.1 节中 $\sigma_e = 2$; 在 2.2 节中 $k = 0.01$ 。

2.1 零售商风险系数的影响分析

零售商的风险系数 k 越大, 表明其越保守。从图 2 可以看出, 风险系数 k 对零售商的期望效用有负的影响。原因如下, 尽管电子市场为零售商提供了一个新的渠道来调节库存, 并且零售商可以通

过在电子市场中投机来获利, 但是, 电子市场也让零售商承担了更大的风险(如图 3)。因此, 保守型的零售商不愿意参与电子市场交易。

参与电子市场的零售商其零售价格比不参与的零售价格低(如图 4), 这主要是为了规避风险。在本文的模型中有两个风险来源: 电子市场的价格波动和零售渠道需求的波动。因为本文用利润的方差来表示风险, 因此, 第一类风险与零售商在电子市场中的交易量息息相关, 第二类风险与零售价格相关。由此可见, 零售商可以通过降低其零售价格来规避风险。与不参与电子市场的零售商相比, 参加电子市场的零售商从生产商处的订购量增大(如图 5), 其中一部分用于满足零售渠道的需求, 另一部分用于在电子市场上销售。

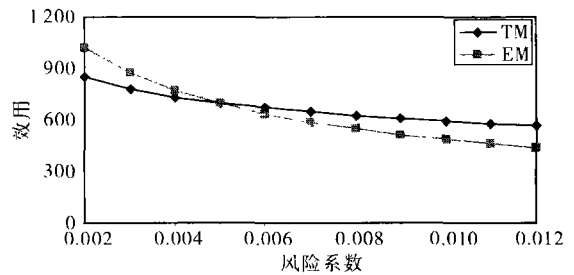


图 2 风险系数对零售商期望效用的影响

Fig. 2 Effects of risk factor on the utilities

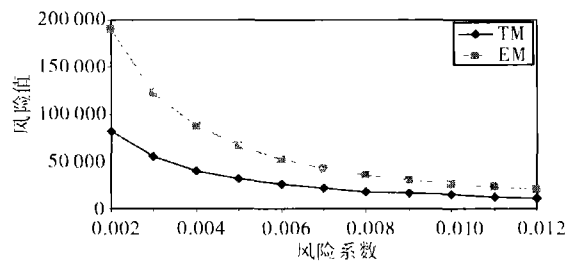


图 3 风险系数对零售商风险的影响

Fig. 3 Effects of risk factor on the risks

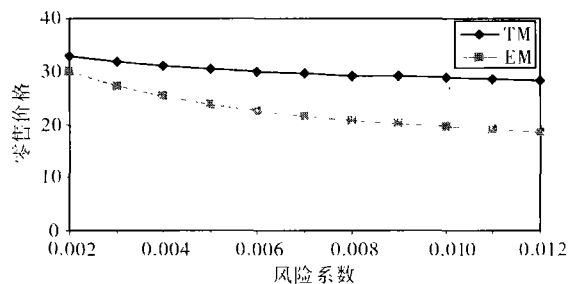


图 4 风险系数对零售价格的影响

Fig. 4 Effects of risk factor on the retail prices

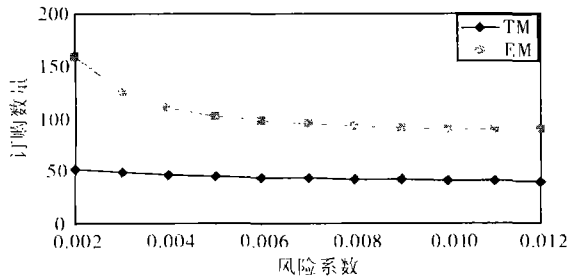


图5 风险系数对订购数量的影响

Fig. 5 Effects of risk factor on the order quantities

2.2 电子市场价格波动率的影响

图6至图9显示了电子市场上该产品价格波动率对零售商的影响。如图6所示,当电子市场上该产品价格波动率较小时,参与电子市场的零售商要比不参加电子市场的零售商取得更大的期望效用。这是因为参与电子市场的零售商能通过电子市场投机来获利。因此,当电子市场上该产品价格波动率小的时候,零售商更愿意参与电子市场的交易。然而,在电子市场上较大的交易量同时也为零售商带来了更大的风险。这是因为对零售商来说,在电子市场交易单位产品由价格波动引起的风险为 $k\sigma^2$, 因此较大的交易量也给零售商带来大的风险如图7所示。

图8显示参与电子市场的零售商将降低其零售价格。同时,可以看出参与电子市场的零售商的最优订购量要比不参加电子市场的零售商订购量大,这是由于零售商的投机目的。另外,随着电子市场上该产品价格波动率的增大,其订购量大幅度减少来减少风险。图6至图9显示,电子市场上该产品的价格波动率对不参加电子市场的零售商影响较小,这是因为它是通过影响零售渠道需求来影响零售商的(见公式1)。

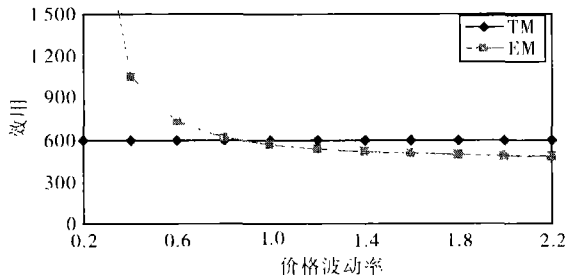


图6 电子市场价格波动对零售商期望效用的影响

Fig. 6 Effects of price volatility on the utilities

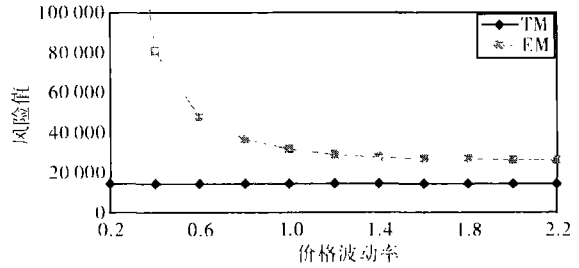


图7 电子市场价格波动对零售商风险的影响

Fig. 7 Effects of price volatility on the risks

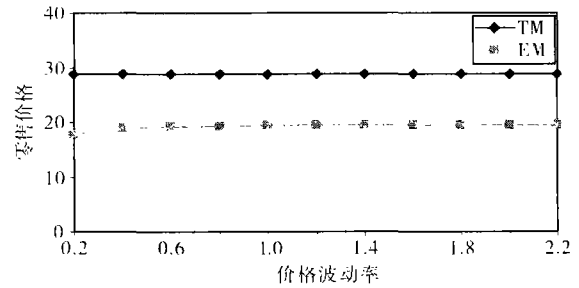


图8 电子市场价格波动对零售价格的影响

Fig. 8 Effects of price volatility on the retail prices

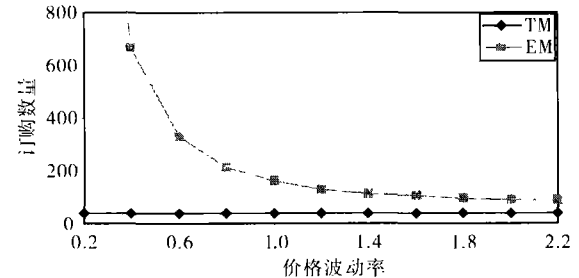


图9 电子市场价格波动对订购量的影响

Fig. 9 Effects of price volatility on the order quantities

3 结束语

B2B 电子市场的出现改变了传统供应链的结构,为了适应新的商务环境,有些企业已经参与了电子市场的交易。本文在分析中国 B2B 电子市场对供应链影响的基础上,详细研究了电子市场对零售商的影响。与文献[17]相比,本文同时考虑零售商的最优定价和订购策略,同时考虑了电子市场对零售渠道的影响。

研究发现参与电子市场并不一定使得零售商受益。比较保守的零售商是不愿意参与电子市场的,另外,只有电子市场上该产品的价格波动率较小时才能吸引零售商参与。直观上讲,电子市

场有助于零售商消除剩余库存,从而能使得零售商从中受益.但是,电子市场使得零售商承担更大的风险,正是由于这个原因,阻碍了零售商参与电子市场.在中国钢铁流通行业,约有20万家钢铁销售商,然而仅仅很少的一部分零售商参与了电子市场,原因之一是这些企业大多数规模较小,承

担风险的能力差.研究结果还表明,电子市场的出现能降低零售价格,从而使得终端客户受益.与西方国家相比,我国社会物流总费用与GDP的比率居高不下,原因之一就是供应链不畅.电子市场的兴起有助于提高供应链的运作效率,降低物流成本.

参考文献:

- [1] Grieger M. Electronic marketplaces: A literature review and a call for supply chain management research[J]. *European Journal of Operational Research*, 2003, 144(2): 280—294.
- [2] Wu D J, Kleindorder P. Competitive options, supply contracting, and electronic markets[J]. *Management Science*, 2005, 51(3): 452—466.
- [3] Turban E, et al. *Electronic Commerce: A Managerial Perspective (2nd Edition)* (M). New Jersey: Pearson Education, 2002. 130—230.
- [4] Hempel P S, Kwong Y K. B2B e-commerce in emerging economies: I-metal.com's non-ferrous metals exchange in China [J]. *Strategic Information System*, 2001, 10(4): 335—355.
- [5] Grey W, Olavson T, Shi D. The role of e-marketplaces in relationship-based supply chain: A survey[J]. *IBM System Journal*, 2005, 44(1): 109—123.
- [6] Bakos J Y. A strategic analysis of EM[J]. *MIS Quarterly*, 1991, 15(4): 295—310.
- [7] Ancarani F, Shankar V. Price levels and price dispersion within and across multiple retailer typers: Further evidence and extension[J]. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 2004, 32(2): 176—187.
- [8] Brynjolfsson E, Smith M D. Frictionless commerce: A comparison of Internet and conventional retailers[J]. *Management Science*, 2000, 46(4): 563—585.
- [9] Tang F F, Xing X. Will the growth of multi-channel retailing diminish the price efficiency of the web[J]. *Journal of Retailing*, 2001, 77(3): 319—333.
- [10] Malone T W, Yates J, Benjamin R I. Electronic markets and electronic hierarchies[J]. *Communications of the ACM*, 1987, 30(6): 484—497.
- [11] 陈翔, 仲伟俊, 梅姝娥. 买方市场下 B2B 电子商务平台的发展策略研究[J]. *管理科学学报*, 2003, 6(2): 41—46.
Chen Xiang, Zhong Weijun, Mei Shue. Study on developing strategies of B2B electronic platform in buyer's market[J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2003, 6(2): 41—46. (in Chinese)
- [12] 李莉, 杨文胜, 蔡淑琴. 基于电子市场中介的交易风险控制[J]. *管理科学学报*, 2005, 8(3): 56—63.
Li Li, Yang Wensheng, Cai Shuqin. Transaction risk control by cybermediary[J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2005, 8(3): 56—63. (in Chinese)
- [13] Lee H, Whang S. The impact of the secondary market on the supply chain[J]. *Management Science*, 2002, 48(6): 719—731.
- [14] Peleg B, Lee H, Hausman W H. Short-term e-procurement strategies versus long-term contracts[J]. *Production Operations and Management*, 2002, 11(4): 458—479.
- [15] Wang C X, Benaroch M. Supply chain coordination in buyer centric B2B electronic markets[J]. *International Journal of Production Economics*, 2004, 92(2): 113—124.
- [16] Choi T M, Li D, Yan H. Optimal returns policy for supply chain with e-marketplace[J]. *International Journal of Production Economics*, 2004, 88(2): 205—227.
- [17] Seifert R W, Thonemann U W, Hausman W H. Optimal procurement strategies for online spot markets[J]. *European Journal of Operational Research*, 2004, 152(3): 781—799.

[18] Yao D Q, Liu J J. Competitive pricing of mixed retail and e-tail distribution channels[J]. *Omega*, 2005, 33 (3): 235—247.

[19] Hausman W H. Sequential decision problems: A model to exploit existing forecasters[J]. *Management Science*, 1969, 16 (2): 93—111.

[20] Litzenberger R H, Rabinowitz N. Backwardation in oil futures markets: Theory and empirical evidence[J]. *Journal of Finance*, 1995, 50(5): 1517—1545.

[21] Markowitz H. Portfolio Selection[M]. New York: Wiley, 1959. 15—30.

[22] Wang S Y, Xia Y S. Portfolio Selection and Asset Pricing[M]. Berlin: Springer-Verlag, 2002. 54—200.

附录:

$$\begin{aligned}
E[\pi_r] &= E[(bp_r + cp_r + q)p_e - a(p_e - p_r)] - cE[p_e^2] - bp_r^2 - wq \\
&= (bp_r + cp_r + q - \mu_a)\mu_e - \rho\sigma_a\sigma_e + \mu_a p_r - c(\mu_e^2 + \sigma_e^2) - bp_r^2 - wq \\
&= -bp_r^2 + (b\mu_e + c\mu_e + \mu_a)p_r + (\mu_e - w)q - \rho\sigma_a\sigma_e - \mu_a\mu_e - c(\mu_e^2 + \sigma_e^2) \\
Var[\pi_r] &= Var[p_r a + (bp_r + cp_r + q)p_e - ap_e - cp_e^2] \\
&= E\{Var[p_r a + (bp_r + cp_r + q)p_e - ap_e - cp_e^2 | p_e]\} + Var\{E[p_r a + (bp_r + cp_r + q)p_e - ap_e - cp_e^2 | p_e]\} \\
&= E\{(p_r - p_e)^2 Var[a | p_e]\} + Var\{(bp_r + cp_r + q)p_e - cp_e^2 + (p_r - p_e)E[a | p_e]\} \\
&= E[(p_r - p_e)^2] Var[a | p_e] + Var\{(bp_r + cp_r + q)p_e - cp_e^2 + (p_r - p_e)[\mu_a + \rho \frac{\sigma_a}{\sigma_e}(p_e - \mu_e)]\} \\
&= (1 - \rho^2)\sigma_a^2[(p_r - \mu_e)^2 + \sigma_e^2] + H^2 + 4\mu_e HT + 4\mu_e^2 T^2 + 2T^2 \sigma_e^2,
\end{aligned}$$

其中, $H = (b\sigma_e + c\sigma_e + \rho\sigma_a)p_r + q\sigma_e - \mu_a\sigma_e + \rho\mu_e\sigma_a$ and $T = -(c\sigma_e + \rho\sigma_a)$.

对正态分布有

$$\begin{aligned}
&Var[mX + nX^2] \\
&= E[(mX + nX^2)^2] - (E[mX + nX^2])^2 \\
&= m^2 E[X^2] + 2mnE[X^3] + n^2 E[X^4] - m^2 (E[X])^2 - 2mnE[X]E[X^2] - n^2 (E[X^2])^2 \\
&= \sigma^2(m^2 + 4mn\mu + 4n^2\mu^2 + 2n^2\sigma^2).
\end{aligned}$$

Effect of B2B electronic marketplace on reseller's strategies

XING Wei¹, WANG Shou-yang², FENG Geng-zhong³

1. School of Economics and Management, Beihang University, Beijing 100083, China;
2. Academy of Mathematics and Systems Science, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080, China;
3. School of Management, Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710049, China

Abstract: The optimal ordering and pricing strategies when the reseller attends B2B electronic marketplace is investigated and the closed-form solutions to the reseller's optimal strategies are derived. Then, the reseller's performances and strategies with and without attending the B2B electronic marketplace are compared by using some numerical examples. The result shows that B2B electronic marketplace exposes the reseller to more risks, and attending the B2B electronic marketplace can not always make the reseller's utility better. Moreover, our study finds that the reseller who attends the B2B electronic marketplace would set a lower retail price and order more products from the manufacturer than the reseller who does not use the B2B electronic marketplace.

Key words: electronic marketplace; supply chain; risk management; pricing