

The Study of Supply Chain Operation and Profitability under Demand Risk and Exchange Rate Risk

Juan Du^{1,2}, Debing Ni¹, Xiaowo Tang¹

¹School of Management and Economics, University of Electronic Science and Technology of China, Chengdu Sichuan

²School of Economics and Management, Southwest University of Science and Technology, Mianyang Sichuan
Email: 8302739@qq.com

Received: November 2014

Abstract

This paper focuses on a global supply chain facing with the exchange rate risk and the demand risk, calculates the equilibrium of the dynamic game model between the manufacturer and the retailer, and investigates how these two risks influence the supply chain node firm's profitability via numerical analysis. The results show that the variance and the expectation of the manufacturer's profits decrease in those two kinds of uncertainties, but the variance and the expectation of the retailer's profits increase.

Keywords

Supply Chain Risk Management, Wholesale Price Contract, Risk Hedging

需求和汇率风险下的供应链运作与收益研究

杜娟^{1,2}, 倪得兵¹, 唐小我¹

¹电子科技大学经济与管理学院, 四川 成都

²西南科技大学经济管理学院, 四川 绵阳

Email: 8302739@qq.com

收稿日期: 2014年11月

摘要

联合考虑了跨国供应链的需求风险和汇率风险, 求解了制造商与零售商的动态博弈均衡结果, 通过数值

分析研究了需求和汇率两类风险对供应链节点企业利润的影响方式。结果表明：制造商利润的方差和期望值均随着两类风险反向变化，而零售商利润的方差和期望值均随着两类风险同向变化。

关键词

供应链风险管理，批发价合同，风险对冲

1. 引言

经济全球化背景下，跨国供应链不可避免地面临着汇率波动带来的风险。另外，市场需求的不确定性也将给企业带来风险。因此，需求和汇率两类风险受到了全球供应链决策者的关注[1] [2]。

金融对冲和运作柔性是应对汇率风险的两种方法。使用金融衍生工具后，外汇风险暴露会有明显的下降[3]；而运作柔性主要表现为推延物流决策[4]、改变供应链结构[5]、配置超额产能[5]等。对于需求风险，常用的应对策略有供应链合同[6]、运作柔性和金融工具。运作柔性可以表现为库存聚集[7]、灵活的产能配置[8]等；而远期合约[9]、期权[10]等金融工具在对冲需求风险方面的有效性也得到了验证。

然而，现有的文献中缺乏联合考虑两类风险的研究。本文将需求和汇率两类风险联合起来进行考虑，研究两类风险对供应链盈利性的影响。

2. 模型

在一个二级供应链中，制造商和零售商分别处于两个国家。双方之间的批发价合同采用零售商所在国的货币来签订，因此，制造商将面临两国间的汇率波动带来的风险。对此，制造商将通过购买外汇期货来对汇率风险进行对冲。模型中使用的变量及含义如下：

p_r ：零售价格， q_r ：订货量， w_r ：批发价， c_r ：零售商的单位成本， α ：制造商的汇率风险对冲策略(其外汇收入中暴露在汇率风险下的比例)， $\alpha \in [0,1]$ ， ρ ：制造商风险规避系数， $\rho > 0$ ， ε ：随机变量，表示市场需求的不确定性，期望为0，方差为 D_ε ， \tilde{e} ：随机变量，表示汇率的波动性，期望为 $\bar{e} = 0$ ，方差为 D_e ， π_r ：零售商利润， π_m ：制造商利润， $EU(\pi_m)$ ：制造商的期望效用。

零售商的市场需求函数为

$$p_r = a + \varepsilon - bq_r \quad (1)$$

进而

$$\pi_r = q_r(a + \varepsilon - bq_r) - q_r(w_r + c_r) \quad (2)$$

$$\pi_m = (1 - \alpha)(\bar{e} + w_r)q_r + \alpha(w_r + \tilde{e})q_r \quad (3)$$

$$EU(\pi_m) = E(\pi_m) - \frac{1}{2}\rho\text{Var}(\pi_m) \quad (4)$$

3. 均衡

决策的顺序为：首先，制造商发布 w_r 、决定 α ，随后零售商根据 w_r 和 ε 来决定 q_r 。因此，在 w_r 和 ε 给定的情况下，零售商的决策为

$$\max_{q_r} \pi_r \quad (5)$$

结合式(2)，解得

$$q_r = \frac{a + \varepsilon - c_r - w_r}{2b} \quad (6)$$

制造商的决策为

$$\max_{\alpha, w_r} EU(\pi_m) \quad (7)$$

将式(6)代入式(3), 可得

$$\pi_m = (1-\alpha)(\bar{e} + w_r) \frac{a - c_r + \varepsilon - w_r}{2b} + \alpha(w_r + \tilde{e}) \frac{a - c_r + \varepsilon - w_r}{2b} \quad (8)$$

由式(4)的一阶条件可得

$$\begin{cases} 2ba - 2bc_r - 4bw_r - \rho(1 - 2\alpha + 2\alpha^2)w_r D_\varepsilon - \rho\alpha^2 w_r D_{\tilde{e}} = 0 \\ (w_r^2 - 2\alpha w_r^2)D_\varepsilon - \alpha(a^2 + c_r^2 + w_r^2)D_{\tilde{e}} - \alpha D_{\tilde{e}} D_\varepsilon = 0 \end{cases} \quad (9)$$

命题 1 在均衡下, w_r^* 和 α^* 由方程组(9)可得, q_r^* 由式(6)可得。

4. 数值分析

因为参数和变量较多, 无法得到均衡决策变量、节点企业利润及利润方差的表达式, 本节通过数值分析来研究两类风险对供应链节点企业的利润及利润方差的影响方式。

设参数 $a = 4$, $b = 1$, $c_r = 1$, $\rho = 50$ 。首先考察汇率风险对节点企业收益的影响方式。假设 $D_\varepsilon = 2$ 。可得

$$Var(\pi_m) = [2(1-\alpha)^2 w_r^2 + \alpha^2 (17D_\varepsilon + w_r^2 D_{\tilde{e}} + 2D_{\tilde{e}} + 2w_r^2)] / 4 \quad E(\pi_m) = [w_r (3 - w_r)] / 2$$

$$Var(\pi_r) = [(3 - w_r) / 2]^2 \cdot 2$$

$$E(\pi_r) = [(3 - w_r) / 2]^2$$

设 $D_{\tilde{e}}$ 的取值为 0.1、0.2……1.9、2.0, 可计算相应的 $Var(\pi_m)$ 、 $E(\pi_m)$ 、 $Var(\pi_r)$ 、 $E(\pi_r)$ 的值, 进而可得图 1~图 4。

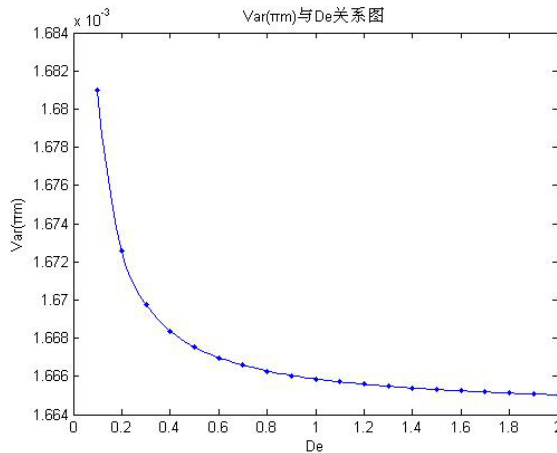


Figure 1. Curve: relationship between $Var(\pi_m)$ and D_ε

图 1. $Var(\pi_m)$ 与 D_ε 关系图

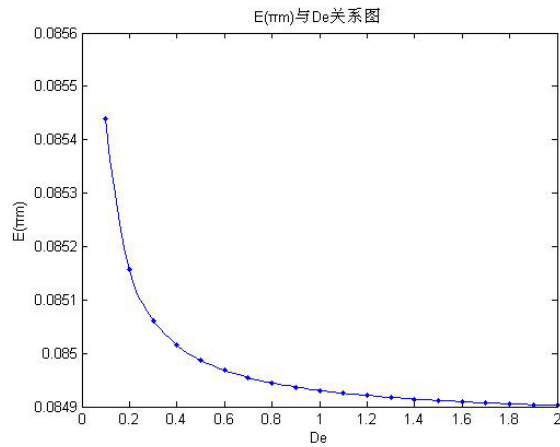


Figure 2. Curve: relationship between $E(\pi_m)$ and D_e

图 2. $E(\pi_m)$ 与 D_e 关系图

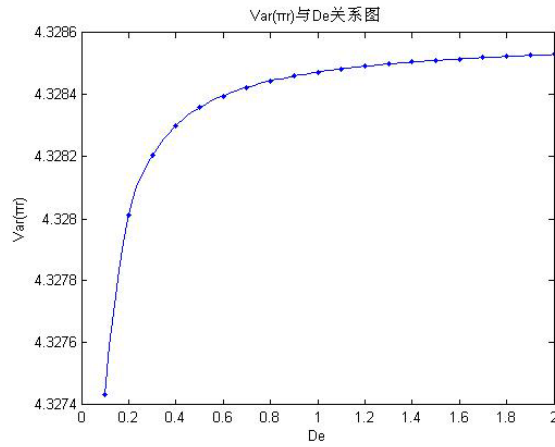


Figure 3. Curve: relationship between $Var(\pi_r)$ and D_e

图 3. $Var(\pi_r)$ 与 D_e 关系图

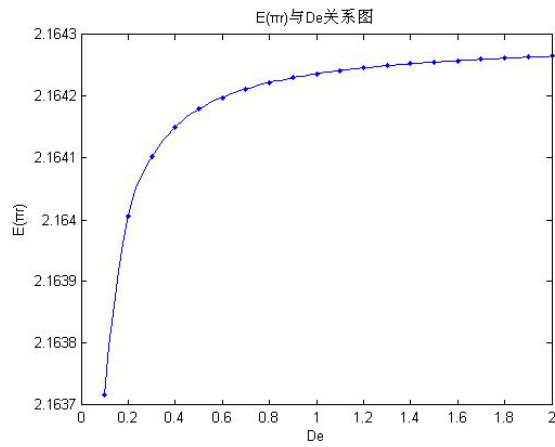


Figure 4. Curve: relationship between $E(\pi_r)$ and D_e

图 4. $E(\pi_r)$ 与 D_e 关系图

图 1~图 4 表明，制造商利润的方差和期望值均随着汇率风险反向变化，而零售商利润的方差和期望值均随着汇率风险正向变化。这表明，汇率风险下的制造商必须在高利润获取与高利润风险承担之间进行权衡；另一方面，尽管零售商没有直接受到汇率风险的影响，但是通过批发价合同，汇率风险从上游企业向下游企业传递，零售商的盈利性也间接受到了汇率风险的影响，因此其也须要在高利润获取与高利润风险承担之间进行权衡。

现在考察需求风险对双方收益的影响方式。假设 $D_\varepsilon = 2$ 。类似可得

$$Var(\pi_m) = \left[(1-\alpha)^2 w_r^2 D_\varepsilon + \alpha^2 (34 + 2w_r^2 + 2D_\varepsilon + w_r^2 D_\varepsilon) \right] / 4 \quad E(\pi_m) = [w_r(3-w_r)] / 2$$

$$Var(\pi_r) = \left[(3-w_r) / 2 \right]^2 \cdot D_\varepsilon$$

$$E(\pi_r) = \left[(3-w_r) / 2 \right]^2$$

设 D_ε 的取值为 0.1、0.2……1.9、2.0，可计算相应的 $Var(\pi_m)$ 、 $E(\pi_m)$ 、 $Var(\pi_r)$ 、 $E(\pi_r)$ 的值，进而可得图 5~图 8。

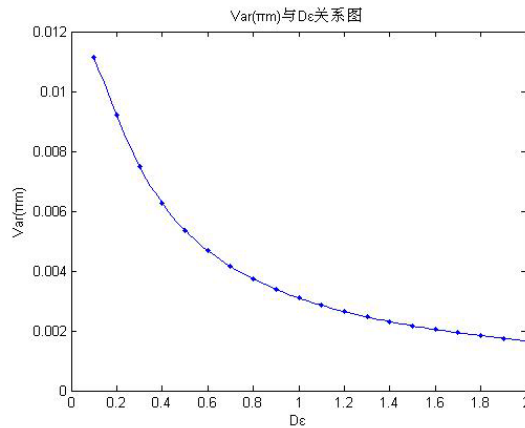


Figure 5. Curve: relationship between $Var(\pi_m)$ and D_ε

图 5. $Var(\pi_m)$ 与 D_ε 关系图

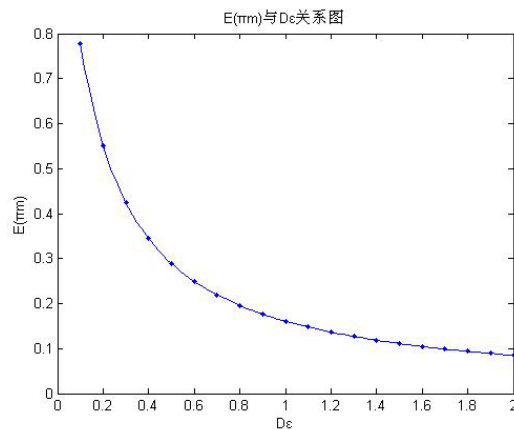


Figure 6. Curve: relationship between $E(\pi_m)$ and D_ε

图 6. $E(\pi_m)$ 与 D_ε 关系图

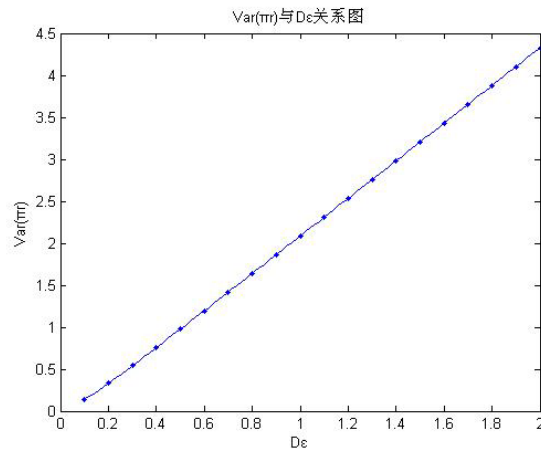


Figure 7. Curve: relationship between $Var(\pi_r)$ and D_ϵ

图 7. $Var(\pi_r)$ 与 D_ϵ 关系图

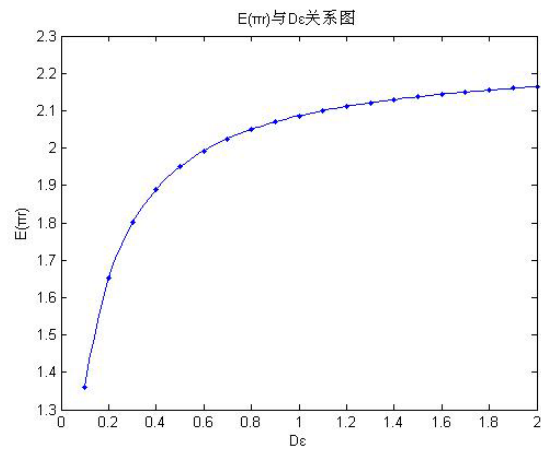


Figure 8. Curve: relationship between $E(\pi_r)$ and D_ϵ

图 8. $E(\pi_r)$ 与 D_ϵ 关系图

图 5~图 8 表明，制造商利润的方差和期望值均随着需求风险反向变化，而零售商利润的方差和期望值均随着需求风险同向变化。这表明，尽管制造商没有直接处于需求风险的影响下，但是通过订货量，需求风险从下游企业向上游企业传递，制造商的利润也间接受到了需求风险的影响，因此制造商和零售商都必须在高利润获取与高利润风险承担之间进行权衡。

5. 结语

本文联合考虑了跨国供应链的汇率风险和汇率需求风险，求解了制造商与零售商的动态博弈均衡结果，通过数值分析研究了汇率和需求两类风险对供应链节点企业利润的影响方式。所得结论可对全球供应链的风险管理问题提供对策建议。

基金项目

国家自然科学基金重点项目(70932005)，国家自然科学基金项目(71272129)。

参考文献 (References)

- [1] 吴军, 李健, 汪寿阳 (2006) 供应链风险管理的几个重要问题. *管理科学学报*, **9**, 1-12.
- [2] Manuj, I. and Mentzer, T. (2008) Global supply chain risk management. *Journal of Business Logistics*, **29**, 133-153.
- [3] Bartram, S.M., Brown, G.W. and Fehle, F.R. (2009) International evidence on financial derivatives usage. *Financial Management*, **38**, 185-206.
- [4] Ding, Q., Dong, L. and Kouvelis, P. (2007) On the integration of production and financial hedging decisions in global market. *Operations Research*, **55**, 470-489.
- [5] Huchzermeier, A. and Cohen, M.A. (1996) Valuing operational flexibility under exchange rate uncertainty. *Operations Research*, **44**, 100-113.
- [6] Cachon, G.P. (2003) Supply chain coordination with contracts. In: de Kok, A.G. and Graves, S.C. Eds., *Handbooks in OR & MS*, Elsevier, 7-32.
- [7] Corbett, C.J. and Rajaram, K. (2006) Generalization of the inventory pooling effect to nonnormal dependent demand. *Manufacturing & Service Operations Management*, **8**, 351-357.
- [8] Carr, S. and Lovejoy, W. (2000) The inverse newsvendor problem: Choosing an optimal demand portfolio for capacitated resources. *Management Science*, **47**, 912-927.
- [9] Dong, L. and Liu, H. (2007) Equilibrium forward contracts on nonstorable commodities in the presence of market power. *Operations Research*, **55**, 128-145.
- [10] Gaur, V. and Seshadri, S. (2005) Hedging inventory risk through market instruments. *Manufacturing and Service Operations Management*, **7**, 103-120.