

相关双边汇率波动与供应链中汇率风险传导^①

倪得兵, 梁旭晔, 唐小我

(电子科技大学经济与管理学院, 成都 611731)

摘要: 利用批发价合同构建了一个包含零售商、制造商与供应商的供应链运作博弈模型, 其中制造商面临着进出口双边汇率风险。基于模型均衡及相应的比较静态分析, 研究了双边汇率波动性及其相关性结构对供应链节点企业运作变量的波动性、期望业绩和业绩波动性的影响, 并给出了影响节点企业之间相对风险承担的因素。结果表明: (1) 当出口汇率波动与进口汇率波动负相关时, 供应链节点企业运作变量的波动性、期望业绩和业绩方差均随进(出)口汇率波动性程度的增加而增加, 但是, 当二者正相关时, 存在一个进(出)口汇率波动的临界水平, 使得供应链节点企业运作变量的波动性、期望业绩和业绩方差在进(出)口汇率的波动性低于该临界水平条件下均随进(出)口汇率波动程度的增加而降低, 否则均随进(出)口汇率波动程度的增加而增加, 此时风险传导呈现出 U 型特征; (2) 供应链节点企业之间的风险承担水平(用利润方差之比测度)取决于各自的决策灵活性, 与汇率波动的相关性无关。

关键词: 供应链; 双边汇率波动性; 相关性; 风险传导

中图分类号: F270 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-9807(2015)10-0001-13

0 引言

随着经济全球化的不断发展, 中国越来越多的企业开始实施“走出去”战略, 从而使得一些中国企业作为供应链中的中间节点不可避免的受到了进出口汇率波动的影响: 例如, 根据《参考消息网》2012 年 10 月 19 日报道, 华为每年从美国进口价值 60 亿美元的零部件, 经过生产以后再将产品销售到欧洲和非洲等地。这意味着, 作为供应链中间节点企业的华为将面临着进出口汇率的波动而导致的汇率风险。直觉上, 在华为(核心企业)的供应链上, 这种双边汇率风险将影响到华为利润边际(profit margin, 即每单位销售的利润)波动, 从而影响其产量决策, 进而通过他与上下游企业的合同关系而引致供应链运作决策及其业绩

结果的波动。这意味着, 这种双边汇率风险将传导至整条供应链的运作变量和运作业绩的波动。本文将通过一个基于批发价合同的供应链模型来研究这种双边汇率波动在供应链中的传导。

对于双边汇率波动在供应链中的传导, (合同) 价格将是一个相当重要的变量。关于价格传导, 典型的产业组织文献关注的重点在于产业链(供应链)中一个给定节点(企业)的要素市场投入价格与产品市场出售价格之间对比关系, 以揭示影响市场价格从上游向下游传导的因素^[1]。近年来, 研究者开始关注“汇率如何向实体经济中的价格传导”这一问题。Campa 和 Goldberg^[2]指出, 微观因素(如贸易输入弹性)是决定汇率变化向进口价格传导的主要因素。Gopinath 和

① 收稿日期: 2013-01-10; 修订日期: 2014-03-31。

基金项目: 国家自然科学基金重点资助项目(70932005); 国家自然科学基金资助项目(71272129); 教育部新世纪优秀人才支持计划资助项目(NCET-11-0064); 四川省青年科技基金资助项目(2013JQ0031); 电子科技大学百人计划和中青年学术带头人培养计划资助项目。

作者简介: 倪得兵(1973—), 男, 重庆永川人, 博士, 教授, 博士生导师。Email: nidb@uestc.edu.cn

Rigobon^[3]的实证结果表明,进口价格对汇率的弹性(传导比率)较低,并且 Marazzi 和 Sheets^[4]指出全球潜在因素(如中国竞争力的提升等)使得汇率向美国进口价格传导比率下降。在进口价格方面,Junntila 和 Korhonen^[5]指出,汇率向进口价格的传导与进口国家的通货膨胀环境正相关,但 Auer 和 Chaney^[6]却发现,产品质量决定着出口价格对汇率的弹性。进一步, Berman 等^[7]的结果指出,对于汇率的变化(贬值),出口价格的反应比出口数量的反应更强烈。这些研究基于垄断竞争框架下的理论结果实证地展示了汇率变化对产业(供应)链节点(出口商或进口商)运作决策的影响,但未能揭示对该节点的上游和下游节点运作行为的进一步影响。对于这一问题,Goldberg 和 Campa^[8],胡援成和张朝洋^[9],施建淮等^[10]以及段玉婉等^[11]研究了汇率变化向进口国 CPI 的传导;毕玉江^[12]研究了汇率变动通过进口价格对工业品出厂价格和 CPI 的传导;尽管如此,上述研究仍然是基于节点企业面临的单边汇率变化来考察汇率向上游或者向下游(垄断竞争)市场价格单向传导,并且在传导比率的大小程度上存在分歧。

在更微观的供应链方面,汇率波动也是一个重要的研究主题。Liu 和 Nagurney^[13]研究了汇率波动环境下外包企业的外包策略和定价策略及其期望利润含义。杨庆定和黄培清^[14],Prasanna 和 Kumaran^[15],Kamrad 和 Siddique^[16]考察了汇率波动下的制造商最优(或者均衡)国际订购策略。Kouvelis 等^[17]揭示了汇率波动对生产设施的产权结构的影响。进一步,由于由汇率波动而导致的风险可以通过金融工具和运作策略进行对冲,因此,大量的文献关注金融对冲和运作对冲在供应链运作中的角色。在金融对冲方面,Guay 和 Kothari^[18]指出,金融工具可以用来对冲以资产价格(如汇率、利率和商品价格等)为条件的风险暴露;Magee^[19]指出通过外国货币对冲可以减少公司财务困境的可能性;汪贤裕和肖玉明^[20]研究表明,通过返回策略可以协调供应链并降低节点企业的风险承担。Chowdhry 和 Howe^[21]研究了金融对冲对跨国产能配置决策的影响;Ding 等^[22]研究了金融对冲对生产计划的影响。在运作对冲方面,在汇率波动的环境下,Huchzermeier 和 Co-

hen^[23]识别了通过超额生产能力和切换生产带来的运作利益;Kazaz 等^[24]指出,超额生产能力和延迟配置生产可以导致最优鲁棒业绩。这些文献关注的是“如何利用金融对冲和运作对冲策略来降低汇率风险对供应链运作的影响”,几乎没有涉及到(单边)汇率风险在供应链中如何传导及其传导结果”这一问题。最近,倪得兵等^[25]在一个供应链背景下研究了汇率风险和最终产品市场的风险在供应链中的传导,并指出最终产品市场的风险在批发价合同下向上游的制造商和供应商传导(这类似于牛鞭效应),但制造商面临的单边出口汇率风险既向上游供应商传导,也向下游零售商传导。

基于倪得兵等^[25]的模型框架,本文将考察位于中间的制造商(核心企业)面临双边汇率风险(即进口和出口汇率风险)情形下,进出口汇率波动性如何传导至运作变量的波动性(以揭示双边汇率风险在供应链中的传导机理),进而分析这种汇率波动性对供应链节点企业的期望业绩和业绩波动性(方差)的影响(即传导结果)。在双边汇率波动的情形下,直觉上,进出口汇率波动之间的相关性结构将对核心企业的利润边际产生影响,进而影响其向上游供应商购买原材料和向下游零售商出售产品的批发价格波动,从而引致上游供应商供货决策的波动和下游零售商订货决策(从而最终产品市场的定价决策)的波动,最终导致所有供应链节点企业的利润波动。因此,双边汇率波动之间的相关性结构将成为影响进出口汇率风险传导和传导结果的重要外生因素。基于此,本文将“汇率的波动(方差)导致制造商、上游供应商和下游零售商的决策变量波动(方差),进而导致各节点企业业绩波动(方差)”这一过程称为汇率风险在供应链中的传导,并在一条基于批发价合同的供应链背景下确认上述直觉,并给出相应的管理含义。

进一步,基于上述模型的理论结果不仅可以克服基于垄断竞争理论的价格传导文献“局限于研究汇率风险(波动性)向上游或者下游单向传导”这一问题(即汇率风险即可向上游也可向下游运作决策变量中传导),还可以为解释这些实证结果之间的关于传导程度的分歧提供一个理论基

础(即利用相应的方差与汇率波动性之间的比较静态关系可以从理论上度量传导程度)。就汇率波动环境下的供应链管理文献而言,本文的结果在揭示了汇率波动性对运作变量的影响的基础上(传导机理)给出相应的业绩暗示(期望业绩和业绩方差对汇率波动性的比较静态关系)。最后,与倪得兵等^[25]的不同之处在于,(1)将倪得兵等^[25]中的单边(出口)汇率风险情形扩展到双边汇率风险情形,从而可以扩展该文献中结果的适用范围;(2)给出了倪得兵等^[25]未考察的汇率风险的传导机理(即运作变量的方差对汇率波动性的比较静态关系);(3)双边汇率风险假设使得可以讨论“汇率波动的相关性结构对汇率风险传导的影响”这一问题,但倪得兵等^[25]的单边风险假设排除了相应的可行性;(4)为集中讨论双边汇率风险的传导机理和相应的传导结果,本文排除了最终产品市场的需求不确定性。

1 模型

考虑一个供应链(零售商、制造商和供应商)的模型。首先假设制造商是从国外的供应商处进口原材料,经过生产后再将产品卖给国外的零售商。制造商的单位销售收入受出口汇率变化的影响为 \tilde{e}_1 ,受进口汇率变化的影响为 \tilde{e}_2 ,其中 \tilde{e}_1 服从正态分布 $N(0, \sigma_1^2)$, σ_1^2 表示出口汇率变化时对制造商单位销售收入的随机波动性程度; \tilde{e}_2 服从正态分布 $N(0, \sigma_2^2)$, σ_2^2 表示进口汇率变化时对制造商单位销售收入的随机波动性程度。 \tilde{e}_1 与 \tilde{e}_2 具有相关性,且其相关系数为 $\rho(\rho \in [-1, 1])$ 。其次,假设市场需求是确定的,零售商面临的市场需求为 $p = a - bq$ 。再次,假设供应链中不存在库存(即零售商订货量与供应商供货量相等),制造商生产每单位产品的成本为 c_m ,供应商成本函数为 $C_s(q) = dq + kq^2/2(k > 0)$ 。最后假设供应链是信息完全的。

制造商(作为核心企业)首先分别向零售商

和供应商给出批发合同的批发价 w_1 和 w_2 (以描述制造商在决定批发价格的意义上(相对于供应商和零售商)具有更强的讨价还价能力)^②,零售商和供应商在观察到制造商的决策信息后,分别给出自己的最优订货量和最优供货量,从而零售商和供应商的利润函数分别为 $\pi_r = pq - w_1q$ 和 $\pi_s = w_2q - C_s(q)$,制造商基于零售商和供应商的决策预期(anticipation)决定批发价 w_1 和 w_2 ,其最优化条件下的利润函数为 $\pi_m = q(w_1 + \tilde{e}_1) - q(w_2 + \tilde{e}_2) - qc_m$ 。

与倪得兵等^[25]不同,上述模型中忽略了市场需求的不确定性,但引入了进口汇率风险以及进出口汇率波动的相关性结构,以实现如下研究目的:主要在于研究进(出)口汇率风险在供应链中的传导机理和结果,并分析进出口汇率波动的相关性结构对这种传导的影响。

2 均衡

用逆向归纳法求解。对于给定的批发价 w_1 ,零售商的最优决策为

$$\max_q \pi_r = pq - w_1q = (a - bq)q - w_1q \quad (1)$$

利用零售商最优化决策的一阶条件可得

$$q = (a - w_1)/2b \quad (2)$$

对于给定的批发价 w_2 ,供应商的最优决策为

$$\max_q \pi_s = w_2q - C_s(q) = w_2q - dq - kq^2/2 \quad (3)$$

利用供应商的最优化决策的一阶条件可得

$$q = (w_2 - d)/k \quad (4)$$

制造商基于零售商的最优订货量式(2)和供应商的最优供货量式(4),选择批发价 w_1 和 w_2 最大化其利润,其最优决策为

$$\begin{aligned} \max_{w_1, w_2} \pi_m &= (w_1 + \tilde{e}_1)q - (w_2 + \tilde{e}_2)q - c_mq \\ \text{s. t. } q &= (a - w_1)/2b = (w_2 - d)/k \end{aligned} \quad (5)$$

式中约束条件保证制造商存货出清。

② 实践中的一个例子是 2011 年 8 月 9 日通用汽车公司表示,零部件供应商如能在产品定价上达到通用的要求(暗示着通用公司具有决定向上游购买的批发价格),则自动授予下一代车型相同部位的零件合同(盖世汽车网 <http://auto.gasgoo.com/News/2011/08/110119381938359528685.shtml>)。

为了符号简便,令 $e = \tilde{e}_1 - \tilde{e}_2$, 即(进出口)双边汇率波动对制造商利润边际(每单位销售的利润) 的影响. 由 \tilde{e}_1 和 \tilde{e}_2 的相关系数 ρ 和正态性可知 $\text{var } e = \sigma_1^2 + \sigma_2^2 - 2\rho\sigma_1\sigma_2$.

利用制造商的最优化决策的一阶条件, 可得制造商对零售商和供应商的最优批发价分别为

$$w_1^* = \frac{ab + ak + bd + bc_m - be}{2b + k} \quad (6)$$

$$w_2^* = \frac{4bd + ak + kd - kc_m + ke}{2(2b + k)} \quad (7)$$

将式(6) 和式(7) 分别代入式(2) 和式(4) 中, 可得零售商的最优订货量(供应商的最优供货量) 为

$$q^* = \frac{a - d - c_m + e}{2(2b + k)} \quad (8)$$

将式(8) 代入市场需求曲线中, 得零售商的产品市场价格为

$$p_r^* = \frac{3ab + 2ak + bd + bc_m - be}{2(2b + k)} \quad (9)$$

注意到 $e = \tilde{e}_1 - \tilde{e}_2$ 服从正态分布 $N(0, \sigma_1^2 + \sigma_2^2 - 2\rho\sigma_1\sigma_2)$, 从而使得式(6) 到式(9) 中的均衡变量可能为负. 但是, 只要假设制造商每单位生产(销售) 的利润边际(profit margin) $(a + \tilde{e}_1) - c_m - (d + \tilde{e}_2) \geq 0$, 即该制造商有意愿生产, 则可以保证所有的均衡变量为正. 当然, e 的正态性不能保证对所有可能的状态, 该利润边际非负, 然而, 只要假设 $a \geq d + c_m + 3\sqrt{\text{var } e}$, 则该利润边际(进而式(6) 到式(9) 中的均衡变量) 为负的概率就会充分小(小于 1%). 这意味着, 该技术性假定在大概率的意义上是接受的.

将式(6)、式(8)、式(9) 代入式(1) 中, 得零售商利润为

$$\begin{aligned} \pi_r^* &= (p_r^* - w_1^*) \cdot q^* = \frac{b(a - d - c_m + e)}{2(2b + k)} \times \\ &\frac{(a - d - c_m + e)}{2(2b + k)} = \frac{b(a - d - c_m + e)^2}{4(2b + k)^2} \end{aligned} \quad (10)$$

式中零售商每单位销售收入的利润边际为 $pm_r = p_r^* - w_1^*$.

将式(6)、式(7)、式(8) 代入式(5) 中, 可得制造商利润为

$$\begin{aligned} \pi_m^* &= [(w_1^* + \tilde{e}_1) - (w_2^* + \tilde{e}_2) - c_m] \cdot q^* \\ &= \frac{a - d - c_m + e}{2} \cdot \frac{a - d - c_m + e}{2(2b + k)} \\ &= \frac{(a - d - c_m + e)^2}{4(2b + k)} \end{aligned} \quad (11)$$

式中制造商每单位销售收入的利润边际为 $pm_m = w_1^* + e - w_2^* - c_m$ 将式(7)、式(8) 代入式(3) 中, 可得供应商利润为

$$\begin{aligned} \pi_s^* &= (w_2^* - d - kq^*/2) \cdot q^* \\ &= \frac{k(a - d - c_m + e)}{4(2b + k)} \cdot \frac{(a - d - c_m + e)}{2(2b + k)} \\ &= \frac{k(a - d - c_m + e)^2}{8(2b + k)^2} \end{aligned} \quad (12)$$

式中供应商每单位销售收入的利润边际为 $pm_s = w_2^* - d - kq^*/2$.

分别对式(6)、式(7)、式(8) 和式(9) 求方差可得

$$\text{var } w_1^* = \frac{b^2 \text{var } e}{(2b + k)^2} = \frac{b^2(\sigma_1^2 + \sigma_2^2 - 2\rho\sigma_1\sigma_2)}{(2b + k)^2} \quad (13)$$

$$\text{var } w_2^* = \frac{k^2 \text{var } e}{4(2b + k)^2} = \frac{k^2(\sigma_1^2 + \sigma_2^2 - 2\rho\sigma_1\sigma_2)}{4(2b + k)^2} \quad (14)$$

$$\text{var } q^* = \frac{\text{var } e}{4(2b + k)^2} = \frac{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 - 2\rho\sigma_1\sigma_2}{4(2b + k)^2} \quad (15)$$

$$\text{var } p_r^* = \frac{b^2 \text{var } e}{4(2b + k)^2} = \frac{b^2(\sigma_1^2 + \sigma_2^2 - 2\rho\sigma_1\sigma_2)}{4(2b + k)^2} \quad (16)$$

由式(6)、式(7)、式(8) 可得模型的均衡结果, 即制造商对零售商和供应商的均衡期望批发价和零售商的均衡期望订货量(供应商和制造商的均衡期望产量) 分别为

$$Ew_1^* = \frac{ab + ak + bd + bc_m}{2b + k}$$

$$Ew_2^* = \frac{4bd + ak + kd - kc_m}{2(2b + k)}$$

$$Eq^* = \frac{a - d - c_m}{2(2b + k)}$$

在均衡条件下, 分别用期望利润和利润方差

来表述供应链上节点企业的期望业绩和业绩风险. 对式(10) 求期望和方差, 可得零售商的期望利润和利润的方差分别为

$$E\pi_r^* = \frac{b [(a - d - c_m)^2 + \text{var } e]}{4(2b + k)^2} \quad (17)$$

$$\text{var } \pi_r^* = \frac{b^2 [2(a - d - c_m)^2 + \text{var } e] \text{var } e}{8(2b + k)^4} \quad (18)$$

对式(11) 求期望和方差, 可得制造商的期望利润和利润的方差分别为

$$E\pi_m^* = \frac{(a - d - c_m)^2 + \text{var } e}{4(2b + k)} \quad (19)$$

$$\text{var } \pi_m^* = \frac{[2(a - d - c_m)^2 + \text{var } e] \text{var } e}{8(2b + k)^2} \quad (20)$$

对式(12) 求期望和方差, 可得供应商的期望利润和利润的方差分别为

$$E\pi_s^* = \frac{k [(a - d - c_m)^2 + \text{var } e]}{8(2b + k)^2} \quad (21)$$

$$\text{var } \pi_s^* = \frac{k^2 [2(a - d - c_m)^2 + \text{var } e] \text{var } e}{32(2b + k)^4} \quad (22)$$

3 比较静态分析

用 σ_1^2 表示出口汇率风险, 用 σ_2^2 表示进口汇率风险. 考察汇率风险及汇率波动的相关性结构对供应链节点企业运作变量和运作业绩的影响.

3.1 汇率风险对供应链节点企业运作变量的影响

命题 1 (1) 如果 $\rho \leq 0$, 则制造商对零售商(供应商) 的均衡批发价方差、零售商(供应商) 的均衡订货量(供货量) 方差和零售商的均衡产品价格方差均随着制造商进出口汇率波动性(σ_1 和 σ_2) 的增加而增加; (2) 如果 $\rho > 0$, 则存在一个临界水平 $\sigma_1^* = \rho\sigma_2$ ($\sigma_2^* = \rho\sigma_1$) 制造商对零售商(供应商) 的均衡批发价方差、零售商(供应商) 的均衡订货量(供货量) 方差和零售商的均衡产品价格方差在 $\sigma_1 < \sigma_1^*$ ($\sigma_2 < \sigma_2^*$) 时均随着制造商出(进) 口汇率波动性的增加而降低, 在 $\sigma_1 \geq \sigma_1^*$ ($\sigma_2 \geq \sigma_2^*$) 时均随着制造商出(进) 口汇

率波动性 σ_1 (σ_2) 的增加而增加.

证明 由式(13) 式(16) 可知

$$\frac{\partial \text{var } w_1^*}{\partial \sigma_1} = \frac{\partial \text{var } w_1^*}{\partial \text{var } e} \cdot \frac{\partial \text{var } e}{\partial \sigma_1} = \frac{2b^2(\sigma_1 - \rho\sigma_2)}{(2b + k)^2} \quad (23)$$

$$\frac{\partial \text{var } w_1^*}{\partial \sigma_2} = \frac{\partial \text{var } w_1^*}{\partial \text{var } e} \cdot \frac{\partial \text{var } e}{\partial \sigma_2} = \frac{2b^2(\sigma_2 - \rho\sigma_1)}{(2b + k)^2} \quad (24)$$

$$\frac{\partial \text{var } w_2^*}{\partial \sigma_1} = \frac{\partial \text{var } w_2^*}{\partial \text{var } e} \cdot \frac{\partial \text{var } e}{\partial \sigma_1} = \frac{2k^2(\sigma_1 - \rho\sigma_2)}{4(2b + k)^2} \quad (25)$$

$$\frac{\partial \text{var } w_2^*}{\partial \sigma_2} = \frac{\partial \text{var } w_2^*}{\partial \text{var } e} \cdot \frac{\partial \text{var } e}{\partial \sigma_2} = \frac{2k^2(\sigma_2 - \rho\sigma_1)}{4(2b + k)^2} \quad (26)$$

$$\frac{\partial \text{var } q^*}{\partial \sigma_1} = \frac{\partial \text{var } q^*}{\partial \text{var } e} \cdot \frac{\partial \text{var } e}{\partial \sigma_1} = \frac{2(\sigma_1 - \rho\sigma_2)}{4(2b + k)^2} \quad (27)$$

$$\frac{\partial \text{var } q^*}{\partial \sigma_2} = \frac{\partial \text{var } q^*}{\partial \text{var } e} \cdot \frac{\partial \text{var } e}{\partial \sigma_2} = \frac{2(\sigma_2 - \rho\sigma_1)}{4(2b + k)^2} \quad (28)$$

$$\frac{\partial \text{var } p_r^*}{\partial \sigma_1} = \frac{\partial \text{var } p_r^*}{\partial \text{var } e} \cdot \frac{\partial \text{var } e}{\partial \sigma_1} = \frac{2b^2(\sigma_1 - \rho\sigma_2)}{4(2b + k)^2} \quad (29)$$

$$\frac{\partial \text{var } p_r^*}{\partial \sigma_2} = \frac{\partial \text{var } p_r^*}{\partial \text{var } e} \cdot \frac{\partial \text{var } e}{\partial \sigma_2} = \frac{2b^2(\sigma_2 - \rho\sigma_1)}{4(2b + k)^2} \quad (30)$$

根据式(23) 式(30) 可知 如果 $\rho \leq 0$ 则 $\partial \text{var } w_1^*/\partial \sigma_1 > 0$ 、 $\partial \text{var } w_1^*/\partial \sigma_2 > 0$ 、 $\partial \text{var } w_2^*/\partial \sigma_1 > 0$ 、 $\partial \text{var } w_2^*/\partial \sigma_2 > 0$ 、 $\partial \text{var } q^*/\partial \sigma_1 > 0$ 、 $\partial \text{var } q^*/\partial \sigma_2 > 0$ 、 $\partial \text{var } p_r^*/\partial \sigma_1 > 0$ 和 $\partial \text{var } p_r^*/\partial \sigma_2 > 0$ 成立. 如果 $\rho > 0$ 则当 $\sigma_1 \geq \sigma_1^*$ 时 $\partial \text{var } w_1^*/\partial \sigma_1 > 0$ 、 $\partial \text{var } w_2^*/\partial \sigma_1 > 0$ 、 $\partial \text{var } q^*/\partial \sigma_1 > 0$ 和 $\partial \text{var } p_r^*/\partial \sigma_1 > 0$ 成立; 当 $\sigma_1 < \sigma_1^*$ 时 $\partial \text{var } w_1^*/\partial \sigma_1 < 0$ 、 $\partial \text{var } w_2^*/\partial \sigma_1 < 0$ 、 $\partial \text{var } q^*/\partial \sigma_1 < 0$ 和 $\partial \text{var } p_r^*/\partial \sigma_1 < 0$ 成立; 当 $\sigma_2 \geq \sigma_2^*$ 时 $\partial \text{var } w_1^*/\partial \sigma_2 > 0$ 、 $\partial \text{var } w_2^*/\partial \sigma_2 > 0$ 、 $\partial \text{var } q^*/\partial \sigma_2 > 0$ 和 $\partial \text{var } p_r^*/\partial \sigma_2 > 0$ 成立; 当 $\sigma_2 < \sigma_2^*$ 时 $\partial \text{var } w_1^*/\partial \sigma_2 < 0$ 、 $\partial \text{var } w_2^*/\partial \sigma_2 < 0$ 、 $\partial \text{var } q^*/\partial \sigma_2 < 0$ 和 $\partial \text{var } p_r^*/\partial \sigma_2 < 0$ 成立.

注意到 尽管 $e = \tilde{e}_1 - \tilde{e}_2$ 的增加不会直接影

响零售商和供应商的订货和供货决策(式(2)和式(4)),但是 e 的增加(在其他条件不变的情况下)增加了制造商的利润边际,从而使得制造商具有扩大产量的动机(式(8)).为扩大产量,制造商必须降低出口的批发价和提高进口的批发价(式(6)和式(7)),进而使得下游零售商(为销售更高的数量而)降低最终产品的价格(式(9)).类似地,可以解释 e 降低情形下的均衡运作变量的变化.因此,均衡运作变量 w_1^* 、 w_2^* 、 q^* 和 p_r^* 的波动性均随着 e 的波动性增加而增加.这表明,制造商面临的双边汇率波动性由于制造商的进出口批发价决策通过供应链中的产(销)量传导给了下游零售商和上游供应商.

进一步,由于 $e = \bar{e}_1 - \bar{e}_2$, 从而 e 的波动性(方差)取决于 \bar{e}_1 与 \bar{e}_2 之间的相关性结构.首先,如果 \bar{e}_1 与 \bar{e}_2 之间不存在正相关关系($\rho \leq 0$), \bar{e}_1 与 \bar{e}_2 之间非正相关性使得进口汇率的波动性不能抵消出口汇率波动性 σ_1 对制造商利润边际波动性的影响,因此出口汇率的波动性增加加大了制造商利润边际波动性(即 $\partial \text{var } e / \partial \sigma_1 = 2\sigma_1 - 2\rho\sigma_2 > 0$).其次,如果 \bar{e}_1 与 \bar{e}_2 之间存在正相关关系,则当出口汇率的波动性较小($\sigma_1 < \sigma_1^*$)时,出口汇率的波动性增加被进口汇率的波动性充分抵消,从而使得制造商利润边际波动性降低(即 $\partial \text{var } e / \partial \sigma_1 < 0$),但随着出口汇率的波动性增加到 $\sigma_1 \geq \sigma_1^*$,进口汇率波动性的抵消作用变得相对较弱,从而使得制造商利润边际波动性增加($\partial \text{var } e / \partial \sigma_1 > 0$).同理可以解释进口汇率波动性变动时制造商利润边际波动性变动的趋势.

归纳上述两个方面可知,制造商面临的进口汇率波动与出口汇率波动之间的相关性结构决定了进(出)口汇率波动性在抵消出(进)口汇率波动性对制造商利润边际波动性的影响,进而通过制造商的均衡批发价决策向供应链上其他节点企业(零售商和供应商)的运作变量中传导.因此,命题1不仅揭示了制造商面临的双边汇率波动而导致的风险向供应链上其他节点企业传导的机制,而且指出,这种双边汇率波动性结构是决定传导结果的一个重要因素.这些结果可以为目前的经验(实证)文献所揭示的价格传导现象提供一

个更加微观的理论解释:一个市场(如汇率市场)的价格波动通过产业链(供应链)中的节点企业之间的策略性互动均衡而传导至产业链中的内部市场价格(供应链中的合同价格)和相应的交易量之上.最后,命题1的结果表明,汇率风险既向上游也可向下游(批发)价格中传导,从而有助于克服价格传导文献中存在的“局限于识别汇率风险向上游或者下游单向传导”这一问题.当然,式(23)、式(26)和式(29)、式(30)还可以刻画汇率风险向(批发)价格和最终市场价格中传导的程度.

3.2 汇率风险对供应链节点企业运作业绩的影响

3.2.1 汇率风险对供应链节点企业期望业绩的影响及风险传导

命题2 如果 $\rho \leq 0$, 则零售商、制造商和供应商的期望业绩和业绩方差均随着制造商出口汇率波动性 σ_1 的增加而增加;如果 $\rho > 0$, 则存在一个临界水平 $\sigma_1^* = \rho\sigma_2$, 零售商、制造商和供应商的期望业绩和业绩方差在 $\sigma_1 < \sigma_1^*$ 时均随着制造商出口汇率波动性 σ_1 的增加而降低,在 $\sigma_1 \geq \sigma_1^*$ 时均随着制造商出口汇率波动性 σ_1 的增加而增加.

证明 由式(17)、式(19)、式(21)分别对 σ_1 求导可得

$$\frac{\partial E\pi_r^*}{\partial \sigma_1} = \frac{\partial E\pi_r^*}{\partial \text{var } e} \cdot \frac{\partial \text{var } e}{\partial \sigma_1} = (2\sigma_1 - 2\rho\sigma_2) \frac{b}{4(2b+k)^2} \quad (31)$$

$$\frac{\partial E\pi_m^*}{\partial \sigma_1} = \frac{\partial E\pi_m^*}{\partial \text{var } e} \cdot \frac{\partial \text{var } e}{\partial \sigma_1} = (2\sigma_1 - 2\rho\sigma_2) \frac{1}{4(2b+k)} \quad (32)$$

$$\frac{\partial E\pi_s^*}{\partial \sigma_1} = \frac{\partial E\pi_s^*}{\partial \text{var } e} \cdot \frac{\partial \text{var } e}{\partial \sigma_1} = (2\sigma_1 - 2\rho\sigma_2) \frac{k}{8(2b+k)^2} \quad (33)$$

由式(18)、式(20)、式(22)分别对 σ_1 求导可得

$$\frac{\partial \text{var } \pi_r^*}{\partial \sigma_1} = \frac{\partial \text{var } \pi_r^*}{\partial \text{var } e} \cdot \frac{\partial \text{var } e}{\partial \sigma_1} = (2\sigma_1 - 2\rho\sigma_2) \times \frac{b^2 [(a-d-c_m)^2 + \sigma_1^2 + \sigma_2^2 - 2\rho\sigma_1\sigma_2]}{4(2b+k)^4} \quad (34)$$

$$\frac{\partial \text{var } \pi_m^*}{\partial \sigma_1} = \frac{\partial \text{var } \pi_m^*}{\partial \text{var } e} \cdot \frac{\partial \text{var } e}{\partial \sigma_1} = (2\sigma_1 - 2\rho\sigma_2) \times \frac{[(a-d-c_m)^2 + \sigma_1^2 + \sigma_2^2 - 2\rho\sigma_1\sigma_2]}{4(2b+k)^2} \quad (35)$$

$$\frac{\partial \text{var } \pi_s^*}{\partial \sigma_1} = \frac{\partial \text{var } \pi_s^*}{\partial \text{var } e} \cdot \frac{\partial \text{var } e}{\partial \sigma_1} = (2\sigma_1 - 2\rho\sigma_2) \times \frac{k^2 [(a-d-c_m)^2 + \sigma_1^2 + \sigma_2^2 - 2\rho\sigma_1\sigma_2]}{16(2b+k)^4} \quad (36)$$

基于式(31) 式(36) 利用与命题 1 的证明类似的方法可知, 命题 2 成立.

注意到制造商的利润函数 π_m^* 是关于 e 的递增凸函数(由式(11)可知, 这是 e 的变化对均衡的利润边际 pm_m 和均衡产量 q^* 具有同向影响的结果), 从而利用该利润函数在 $Ee = 0$ 处的泰勒展开式可知, 在其他条件不变的条件下, $E\pi_m^*(e) = \pi_m^*(0) + (\partial^2 \pi_m^*(0) / \partial e^2) \times \text{var } e + \dots$ 关于 $\text{var } e$ 单调递增(因为 $\pi_m^*(e)$ 关于 e 是凸函数意味着 $\partial^2 \pi_m^*(0) / \partial e^2 > 0$), 即 $\partial E\pi_m^*(e) / \partial \text{var } e = b / [4(2b+k)^2] > 0$. 因此, 制造商利润边际的波动性增加将导致制造商期望利润增加. 但是, 这种期望盈利性增加的同时, 制造商的利润方差也随之增加($\partial \text{var } \pi_m^* / \partial \text{var } e > 0$). 制造商(双边汇率波动引致)的利润边际的方差与其利润方差之间的同向变动关系的解释是直觉的: 利润边际与产量的同向波动加大了利润的波动性. 这意味着, 对面临双边汇率波动的制造商而言, 利用该汇率波动性增加期望盈利性的同时也将承担较高的利润风险. 最后, 结合 3.1 节中获得的“进出口汇率波动的相关性结构决定着进(出)口汇率波动性如何影响利润边际波动性”这一结果, 可以发现, 这种相关性结构决定了进(出)口汇率波动性对制造商利润边际波动性的影响方向, 进而影响制造商的期望盈利性和相应的风险承担水平的变化方向. 类似地, 可以解释命题 2 中的其他结果.

命题 1 和命题 2 表明, 制造商与零售商(供应商)之间的均衡合同联系(q^* 、 w_1^* 和 w_2^*)使得制造商面临的双边汇率波动性向零售商(供应商)传导: 制造商面临的双边汇率波动性对其利润边际的影响 e 对零售商(供应商)的利润边际 pm_s 和均

衡产量 q^* 具有同向影响, 从而使得零售商(供应商)的期望盈利性与绝对风险承担水平受到制造商出口汇率波动性的影响方向一致(尽管合同中的批发价格用零售商(供应商)所在国的货币签订而使得只有制造商直接面临双边汇率波动的风险). 进一步, 命题 2 的结果还表明, 一方面, 制造商面临的进(出)口汇率波动风险将会通过(批发价)合同关系而向下游零售商和上游供应商传导, 并影响着二者的期望盈利性; 另一方面, 制造商的双边汇率波动的相关性结构决定了这种风险传导的结果(即影响方向的差异).

推论 1 如果 $\sigma_2 = 0$, 则零售商、制造商和供应商的期望业绩和业绩方差均随着制造商出口汇率波动性 σ_1 的增加而增加.

推论 1 表明, 如果制造商从国内的供应商处进口原材料, 即进口汇率的波动性等于 0, 则零售商、制造商和供应商的期望盈利性和利润方差随着制造商出口汇率波动性 σ_1 的增加而增加. 这与倪得兵等^[25]的结论一致. 但是, 命题 2 指出, 汇率波动的相关性结构决定着由出口汇率波动而导致的风险在供应链中的传导结果(即影响方向的差异): 特别地, 如果出口汇率波动与进口汇率波动是正相关的, 则当 $\sigma_1 < \sigma_1^*$ 时, 零售商、制造商和供应商的期望盈利性和利润方差均随着制造商出口汇率波动性 σ_1 的增加而降低. 因此, 命题 2 的结果一方面扩展了倪得兵等^[25]的应用范围(即在汇率波动负相关或者正相关下出口汇率波动性大于某一临界水平时, 仍然成立), 另一方面, 指出了制造商出口汇率波动性在供应链中传导的结果受到这种双边汇率波动之间相关性结构的实质性影响.

类似于命题 2 的证明, 可得如下命题.

命题 3 如果 $\rho \leq 0$, 则零售商、制造商和供应商的期望业绩和业绩方差均随着制造商进口汇率波动性 σ_2 的增加而增加; 如果 $\rho > 0$, 则存在一个临界水平 $\sigma_2^* = \rho\sigma_1$, 零售商、制造商和供应商的期望业绩和业绩方差在 $\sigma_2 < \sigma_2^*$ 时均随着制造商进口汇率波动性 σ_2 的增加而降低, 在 $\sigma_2 \geq \sigma_2^*$ 时均随着制造商进口汇率波动性 σ_2 的增加而增加.

与命题 2 相似, 命题 3 也表明, 双边汇率波动

的相关性结构不仅决定直接面临双边汇率波动性的制造商的期望盈利性和利润方差受到制造商进口汇率波动性的影响方向,而且决定由双边汇率波动性而导致的风险通过(批发价)合同关系向下游的零售商和上游的供应商传导的结果. 进一步,命题2与命题3的结果共同表明,双边汇率波动的相关性结构对出口汇率风险和进口汇率风险的传导结果是一致的.

推论2 如果 $\rho = 1$ 则当 $\sigma_1 \geq \sigma_2$ ($\sigma_2 \geq \sigma_1$) 时,零售商、制造商和供应商的期望业绩和业绩方差均随着制造商出口汇率波动性 σ_1 (σ_2) 的增加而增加,否则,随着制造商出口汇率波动性 σ_1 (σ_2) 的增加而降低.

注意到相对完善(备)汇率市场体系意味着,给定进口国与出口国货币的价值,制造商所在国的货币价值变动将通常会导致制造商的出口汇率和进口汇率趋向于同向变动. 这种情形对应于 ρ 充分接近1的情形. 基于此,推论2表明,零售商、制造商和供应商的期望盈利性和利润方差随制造商进口汇率波动性 σ_2 和出口汇率波动性 σ_1 变动而变动的趋势取决于二者的大小对比关系. 制造商出口汇率波动性相对于进口汇率波动性(即 $\sigma_1 \geq \sigma_2$)较大(小)时,零售商、制造商和供应商的期望盈利性和利润方差随制造商出口汇率波动性 σ_1 的增加而增加(降低),并随着制造商进口汇率波动性的增加而降低(增加). 因此,在汇率市场体系相对完善(备)的条件下,制造商面临的进出口汇率波动性而导致的风险在供应链中的传导结果依赖于二者的大小对比关系. 这意味着,如果汇率市场体系相对完善,供应链节点企业利润风险管理者(核心企业)应当将波动性较高的市场汇率作为管理对象(例如,应当充分对冲该市场由于汇率波动性而导致的风险).

总结起来,命题2与命题3的结果共同表明,无论是进口汇率风险还是出口汇率风险,进出口汇率波动的相关性结构是理解汇率风险传导的关键因素. 特别的,如果进出口汇率的波动性是负相关的,供应链节点企业的期望业绩和业绩方差均随进(出)口汇率波动性程度的增加而增加,而当进出口汇率的波动性是正相关时,随着进(出)

口汇率波动性程度增加并超过某一临界水平,供应链节点企业的期望业绩和业绩方差是先减后增的,这意味着当进出口汇率波动正相关时,汇率风险的传导呈现出了U型的特征.

最后,命题2与命题3揭示了一个重要的特征:供应链节点的期望业绩与相应的业绩方差同向变化. 从供应链运作的角度,这一结果表明,节点企业之间(基于批发价合同)的策略性互动将会使得他们在(较高的)风险承担与(较高的)期望业绩之间权衡. 这暗示,供应链风险管理不应只关注风险发生处节点企业(制造商)的决策行为,而应当从供应链整体(所有节点企业)的角度评估风险承担与盈利性之间的关系. 这就要求供应链风险管理者采用一种合作的方式考察(汇率)风险的共同承担的机制设计,而不是从某个节点企业(例如,讨价还价能力较强的核心企业)的角度将(汇率)风险转嫁给其他(讨价还价能力较强的)节点企业. 进一步,命题2和命题3指出,对于一条跨国供应链而言,无论是直接面对进出口汇率风险的制造商,还是他的上游供应商和下游零售商,都应当(利用汇率发生的实际数据来)考察进出口汇率波动的相关性(因为他决定着汇率风险传导的不同形式),以理解和评估各节点企业的风险承担与盈利性之间的不同关系,从而为供应链风险管理合作(分担)决策提供一个重要基础.

3.2.2 相对风险承担

命题4 (1) 零售商与制造商之间的相对风险承担随市场需求函数斜率 b 的增加而增加;(2) 供应商与制造商之间的相对风险承担随供应商边际成本函数斜率 k 的增加而增加;(3) 供应链节点企业之间的相对风险承担与汇率波动的相关性结构无关.

证明 由式(18)、式(20)和式(22)可知

$$\frac{\text{var } \pi_r^*}{\text{var } \pi_m^*} = \left(\frac{b}{2b+k}\right)^2 = \left(\frac{1}{2+k/b}\right)^2 \quad (37)$$

$$\frac{\text{var } \pi_s^*}{\text{var } \pi_m^*} = \left(\frac{k}{4b+2k}\right)^2 = \left(\frac{1}{2+4b/k}\right)^2 \quad (38)$$

根据式(37)和式(38)可知,随着市场需求函数斜率 b 的增加,零售商利润方差与制造商利

润方差的比值增加,因此他们之间的相对风险承担也增加;而随着供应商边际成本函数斜率 k 的增加,供应商利润方差与制造商利润方差的比值增加,因此他们之间的相对风险承担也增加。

由于零售商、供应商和制造商的利润分别为 $\pi_r^* = pm_r \cdot q^*$ 、 $\pi_s^* = pm_s \cdot q^*$ 和 $\pi_m^* = pm_m \cdot q^*$, 因此,三者之间的相对风险承担的差异决定于利润边际 pm_r 、 pm_s 和 pm_m 之间的差异。进一步结合均衡运作变量 w_1^* 、 w_2^* 和 p_r^* 可得

$$pm_r = \frac{a - d - c_m + e}{2(2 + k/b)}$$

$$pm_s = \frac{a - d - c_m + e}{4(1 + 2b/k)}$$

$$pm_m = \frac{a - d - c_m + e}{2}$$

因此 b 和 k 的大小决定着(相对制造商)零售商和供应商的风险承担水平:零售商相对风险承担随市场需求函数斜率 b 的增加而增加;供应商的相对风险分担随供应商边际成本函数斜率 k 的增加而增加。进一步,注意到(1) b 决定着市场需求曲线($p = a - bq$)的价格弹性(即需求量对价格变化的反应灵活性程度),并且该弹性(灵活性)随着 b 的增加而减小;(2) k 表征着供应商供给函数的弹性(供给量对价格变动的反应灵活性程度),并且该弹性(灵活性)随着 k 的增大而降低,命题 4 表明,相对于制造商承担的风险(利润方差),零售商(供应商)对价格的反应灵活性越小,其相对风险承担越大。最后,由式(37)和式(38)可知 $\text{var } \pi_r^* / \text{var } \pi_s^* = [(2 + 4b/k) / (2 + k/b)]^2$,即零售商与供应商之间的相对风险承担程度由系数 b 与 k 的比值 b/k 决定:当 b/k 增加时,零售商相对于供应商的风险承担增加。

命题 4 中的(1)和(2)与倪得兵等^[25]的结论相一致。但是,命题 4 指出,汇率波动的相关性结构对供应链节点企业之间的相对风险承担程度没有任何影响:即不论出口汇率波动与进口汇率波动的相关性结构如何,零售商、制造商和供应商相互之间的相对风险承担程度只与零售商面临的市

场需求函数特征以及供应商的成本函数特征有关。因此,命题 4 的结果一方面在扩展了的范围内验证了倪得兵等^[25]的结果,另一方面,指出了供应链节点企业之间的相对风险承担对制造商进出口汇率波动之间的相关性结构变化是稳定的(尽管后者影响运作变量、绝对的期望业绩和业绩风险承担水平)。

4 数值分析

为了直观展示命题 1-4 的结果,采用数值分析的方法来给出:(1)均衡批发价方差、零售商(供应商)的均衡订货量(供货量)方差、最终产品市场价格方差随着出口汇率风险(σ_1)以及汇率波动的相关性结构(ρ)变化的变化趋势;(2)供应链节点企业期望业绩与业绩方差随着出口汇率风险(σ_1)以及汇率波动的相关性结构(ρ)变化的变化趋势;(3)供应链节点企业之间的相对风险承担程度如何随着(零售商的)最终市场需求函数的特征(b)和(供应商的)成本函数的特征(k)以及汇率波动的相关性结构(ρ)的变动而变化。固定 $a = 8$ 、 $c_m = 1$ 、 $d = 1$ 、 $b = 3$ 、 $k = 4$ 、 $\sigma_2 = 1$ 以及 $\rho \in [-1, 1]$,应用 Matlab 编程给出相应的均衡变量随着参数(ρ 和 σ_1)变化而变化的趋势。用类似的方法,可以展示进口汇率波动性对这些均衡变量的影响。

首先,考察均衡批发价方差、零售商(供应商)的均衡订货量(供货量)方差以及零售商的均衡产品价格方差对出口汇率的波动性的比较静态结果。从图 1 至图 4 可以看出,当汇率波动的相关性为负或正相关程度充分小($\sigma_1 \geq \sigma_1^* = \rho$)时,均衡批发价方差、零售商(供应商)的均衡订货量(供货量)方差以及零售商的均衡产品价格方差均随着 σ_1 的增加而增加;当汇率波动的正相关程度较大($\sigma_1 < \sigma_1^* = \rho$)时,均衡批发价方差、零售商(供应商)的均衡订货量(供货量)方差以及零售商的均衡产品价格方差均随着 σ_1 的增加而降低。图 1 至图 4 中的切口线(图中的粗实线)两边展示了这一变化趋势。这就验证了命题 1 的结果。

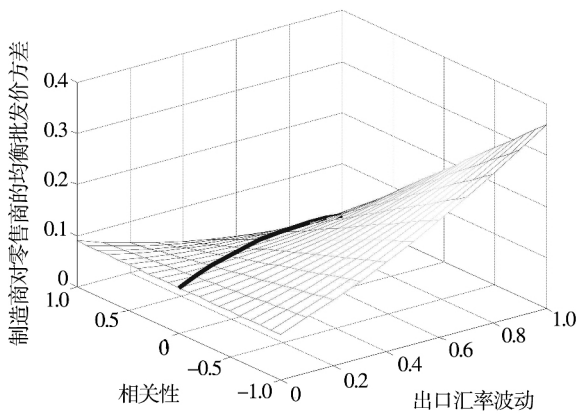


图1 出口汇率风险对制造商-零售商的批发价方差的影响
Fig. 1 The impact of export exchange risk on manufacturer-retailer wholesale price variance

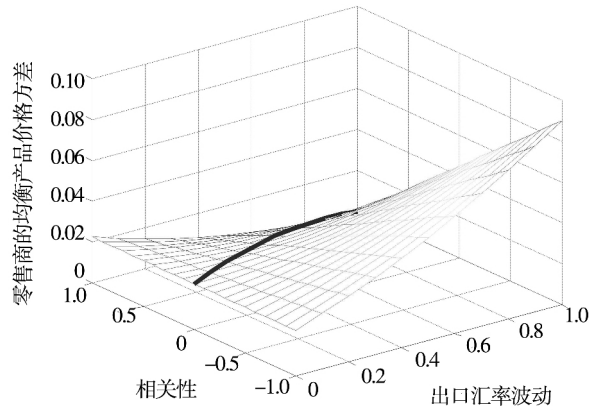


图4 出口汇率风险对零售商产品价格方差的影响
Fig. 4 The impact of export exchange risk on the variance of retailer's selling price

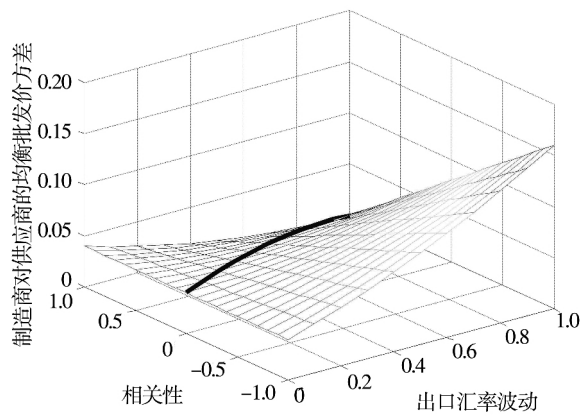


图2 出口汇率风险对制造商-供应商的批发价方差的影响
Fig. 2 The impact of export exchange risk on manufacturer-supplier wholesale price variance

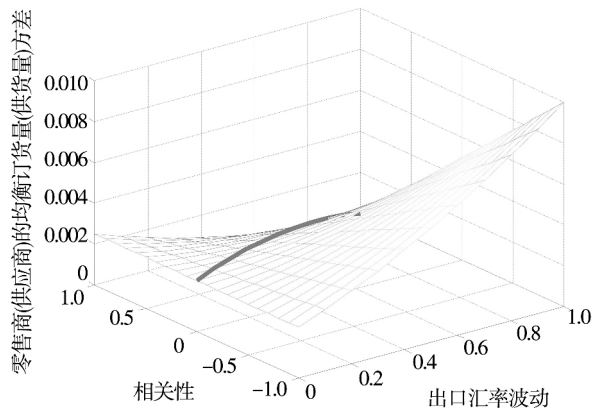


图3 出口汇率风险对零售商订货量方差的影响
Fig. 3 The impact of export exchange risk on the variance of retailer's order volume

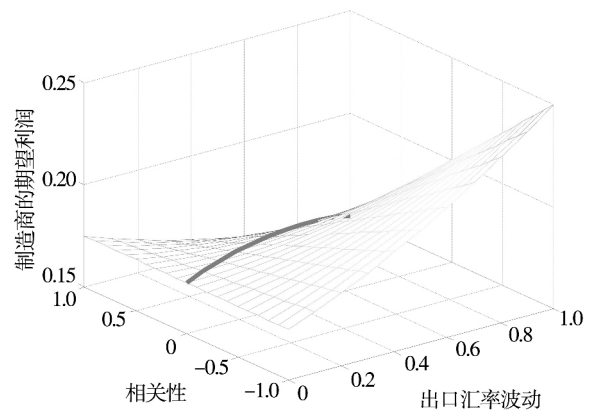


图5 出口汇率风险对制造商期望业绩的影响
Fig. 5 The impact of export exchange risk on manufacturer's expected performance

其次,考察期望业绩和业绩方差对出口汇率波动性的比较静态结果.从图5和图6可以看出,当汇率波动的相关性为负或正相关程度充分小($\sigma_1 \geq \sigma_1^* = \rho$)时,制造商的期望业绩和业绩方差随着 σ_1 的增加而增加;当汇率波动的正相关程度较大($\sigma_1 < \sigma_1^* = \rho$)时,制造商的期望业绩和业绩方差随着 σ_1 的增加而降低.图5和图6的两条切口线(图中的粗实线)两边展示了这一变化趋势.因为零售商的期望业绩和业绩方差、供应商的期望业绩和业绩方差都与制造商的期望业绩和业绩方差具有相同的结构,因此能够得到他们与制造商期望业绩和业绩方差随出口汇率的波动性而变动的相同趋势.这就验证了命题2和命题3的结果.

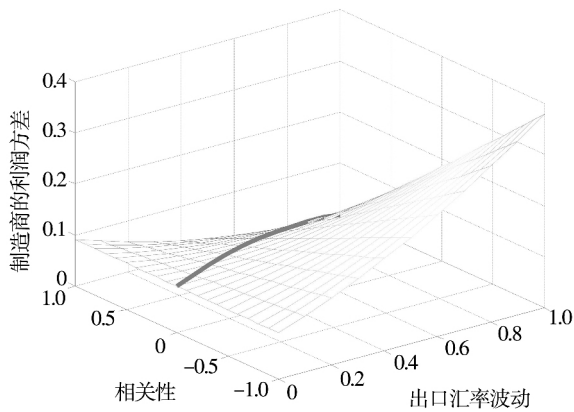


图 6 出口汇率风险对制造商业绩方差的影响
Fig. 6 The impact of export exchange risk on manufacturer's performance variance

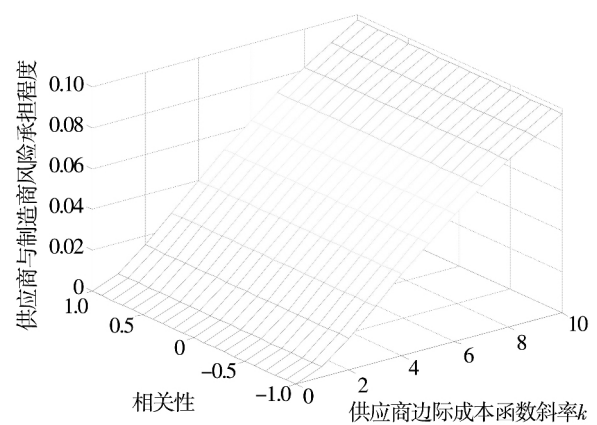


图 8 供应商与制造商之间的相对风险承担程度
Fig. 8 Relative risk bearing between retailer and manufacturer

最后,考察零售商与制造商之间的相对风险承担程度对市场需求函数斜率 b 以及供应商与制造商之间的相对风险承担程度对供应商边际成本函数斜率 k 的比较静态结果. 从图 7 可以看出,零售商与制造商之间的相对风险承担程度随着 b 的增加而增加,同时可以看到,汇率波动的相关性结构 ρ 并不影响零售商与制造商之间的相对风险承担;从图 8 可以看出,供应商与制造商之间的相对风险承担程度随着 k 的增加而增加,同样可以看到,汇率波动的相关性结构 ρ 并不影响供应商与制造商之间的相对风险承担. 这就验证了命题 4 的结果.

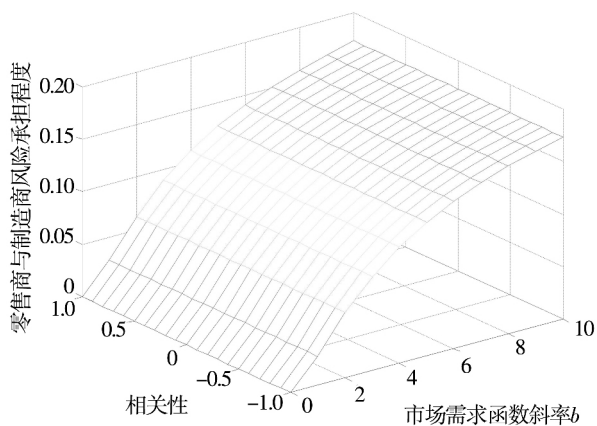


图 7 零售商与制造商之间的相对风险承担程度
Fig. 7 Relative risk bearing between retailer and manufacturer

5 结束语

针对文献回顾所显示出来的两个缺陷(价格传导方面的文献局限于识别汇率风险向上游或者下游单向传导;供应链管理文献只考虑汇率风险对供应链节点运作决策的影响而缺乏对汇率风险的传导机理和相应结果的直接考察),本文基于批发合同构建了一个供应链运作(博弈)模型,进而通过模型均衡及相应的比较静态分析,研究了制造商面临的双边汇率风险如何传导至各节点企业的运作变量的波动性中(从而揭示双边汇率风险在供应链中的传导机理),并分析这种汇率波动性对供应链节点企业的期望业绩和业绩波动性(方差)的影响(即传导结果). 结果表明,当出口汇率波动与进口汇率波动负相关时,供应链节点企业运作变量的波动性、期望业绩和业绩方差均随进(出)口汇率波动性程度的增加而增加,而当他们正相关时,存在一个进(出)口汇率波动的临界水平,使得供应链节点企业运作变量的波动性、期望业绩和业绩方差在进(出)口汇率的波动性低于该临界水平时均随进(出)口汇率波动程度的增加而降低,而在进(出)口汇率的波动性高于该临界水平时均随进(出)口汇率波动程度的增加而增加,此时风险传导呈现出 U 型特征(命题 1、命题 2 和命题 3). 这表明,双边汇率风险(波动性)之间的相关性结构是影响汇率风险传导的一个重要外生参数. 进一步,相对于制造商,零售

商和供应商的风险承担水平(用利润方差之比测度)取决于各自的决策(反应)灵活性,但与汇率波动的相关性无关(命题4)。

这些结果一方面刻画了双边汇率风险在供应链中的传导机理、传导的业绩结果和相应的相对风险承担特征,从而可为实践中供应链节点企业的决策者评估其(由于汇率波动而导致的)风险和识别风险承担水平的影响因素(如汇率波动性之间的相关性和节点企业的决策灵活等)提供一个参考;另一方面,从文献的角度,可以克服“价格传导方面的研究局限于识别汇率风险向上游或者下游单向传导”和“供应链管理文献只考虑汇率风险对供应链节点运作决策的影响而缺乏对汇

率风险的传导机理和相应结果的研究”这两个缺陷。

应当指出,首先,尽管正态分布的假设有助于参数化汇率波动性之间的相关性,但仍然可能与实践中观察到的汇率数据(序列)不完全一致,从而需要在更一般的分布假设下进一步讨论上述结果的稳健性;其次,信息的对称性是本文的一个隐含假设,从而使得引入(比如关于成本和市场需求的)信息不对称将是一个值得进一步扩展的研究问题;最后,制造商(核心企业)的零库存假设排除了其通过库存对冲汇率波动性的可能,因此,本文的结果还可以在考虑库存(作为一种运作对冲策略)的情形下扩展。

参考文献:

- [1] von Cramon-Taubadel S, Meyer J. Asymmetric price transmission: A survey [J]. *Journal of Agricultural Economics*, 2004, 55(3): 581-611.
- [2] Campa J M, Goldberg L S. Exchange rate pass-through into import prices [J]. *Review of Economics and Statistics*, 2005, 87(4): 679-690.
- [3] Gopinath G, Rigobon R. Sticky borders [J]. *Quarterly Journal of Economics*, 2008, 123(2): 531-575.
- [4] Marazzi M, Sheets N. Declining exchange rate pass-through to U. S. import prices: The potential role of global factors [J]. *Journal of International Money and Finance*, 2007, 26(6): 924-947.
- [5] Junttila J, Korhonen M. The role of inflation regime in the exchange rate pass-through to import prices [J]. *International Review of Economics & Finance*, 2012, 24: 88-96.
- [6] Auer R, Chaney T. Exchange rate pass-through in a competitive model of pricing-to-market [J]. *Journal of Money, Credit and Banking*, 2009, 41(1): 151-175.
- [7] Berman N, Martin P, Mayer T. How do different exporters react to exchange rate changes [J]. *Quarterly Journal of Economics*, 2012, 127(1): 437-492.
- [8] Goldberg L, Campa J. The sensitivity of the CPI to exchange rates: Distribution margins, imported inputs and trade exposure [J]. *Review of Economics and Statistics*, 2010, 92(2): 392-407.
- [9] 胡援成, 张朝洋. 美元贬值对中国通货膨胀的影响: 传导途径及其效应 [J]. *经济研究*, 2012, (4): 101-112.
Hu Yuancheng, Zhang Chaoyang. Impacts of dollar depreciation on China's inflation: Transmission channels and effects [J]. *Economic Research Journal*, 2012, (4): 101-112. (in Chinese)
- [10] 施建淮, 傅雄广, 许伟. 人民币汇率变动对我国价格水平的传递 [J]. *经济研究*, 2008, (7): 52-64.
Shi Jianhuai, Fu Xiongguang, Xu Wei. Pass-through of RMB exchange rate to Chinese domestic prices [J]. *Economic Research Journal*, 2008, (7): 52-64. (in Chinese)
- [11] 段玉婉, 陈锡康, 杨翠红. 人民币升值对我国国内物价的影响分析 [J]. *管理科学学报*, 2012, 15(7): 1-10.
Duan Yuwan, Chen Xikang, Yang Cuihong. The influence of RMB appreciation on Chinese price level [J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2012, 15(7): 1-10. (in Chinese)
- [12] 毕玉江. 人民币汇率变动对中国进口商品价格的传递效应: 基于 VECM 的实证研究 [J]. *数量经济技术经济研究*, 2008, (8): 70-82.
Bi Yujiang. RMB's exchange rate change and commodity import price: An empirical analysis based on VECM [J]. *The Journal of Quantitative & Technical Economics*, 2008, (8): 70-82. (in Chinese)
- [13] Liu Z, Nagurney A. Supply chain outsourcing under exchange rate risk and competition [J]. *Omega*, 2011, 39(5): 539-549.
- [14] 杨庆定, 黄培清. 随机价格下制造商的多边国际订购策略 [J]. *控制与决策*, 2006, 21(1): 60-63.
Yang Qingding, Huang Peiqing. Multilateral international ordering decision-making of manufacturer under price uncertainty [J]. *Control and Decision*, 2006, 21(1): 60-63. (in Chinese)

- [15]Prasanna Venkatesan S , Kumanan S. Multi-objective supply chain sourcing strategy design under risk using PSO and simulation [J]. International Journal of Advanced Manufacturing Technology , 2012 , 61(1 - 4) : 325 - 337.
- [16]Kamrad B , Siddique A. Supply contracts , profit sharing , switching and reaction options [J]. Management Science , 2004 , 50(1) : 64 - 82.
- [17]Kouvelis P , Axaroglou K , Sinha V. Exchange rates and the choice of ownership structure of production facilities [J]. Management Science , 2001 , 47(8) : 1063 - 1080.
- [18]Guay W , Kothari S P. How much do firms hedge with derivatives [J]. Journal of Financial Economics , 2003 , 70(3) : 423 - 461.
- [19]Magee S. The effect of foreign currency hedging on the probability of financial distress [J]. Accounting & Finance , 2013 , 53(4) : 1107 - 1127.
- [20]汪贤裕 , 肖玉明. 基于返还策略与风险分担的供应链协调分析 [J]. 管理科学学报 , 2009 , 12(3) : 65 - 70.
Wang Xianyu , Xiao Yuming. Research on supply chain coordination and risk sharing based on buy back policy [J]. Journal of Management Sciences in China , 2009 , 12(3) : 65 - 70. (in Chinese)
- [21]Chowdhry B , Howe J T. Corporate risk management for multinational corporations: Financial and operational hedging policies [J]. European Finance Review , 1999 , 2(2) : 229 - 246.
- [22]Ding Q , Liu L , Kouvelis P. On the integration of production and financial hedging decisions in global markets [J]. Operations Research , 2007 , 55(3) : 470 - 489.
- [23]Huchzermeier A , Cohen M A. Valuing operational flexibility under exchange rate uncertainty [J]. Operations Research , 1996 , 44(1) : 100 - 113.
- [24]Kazaz B , Dada M , Moskowitz H. Global production planning under exchange-rate uncertainty [J]. Management Science , 2005 , 51(7) : 1101 - 1119.
- [25]倪得兵 , 范建昌 , 唐小我. 需求风险和汇率风险在供应链中的传导分析 [J]. 管理工程学报 , 2013 , 27(1) : 49 - 55.
Ni Debing , Fan Jianchang , Tang Xiaowo. An analysis on the transmission of demand risk and exchange rate risk in supply chains [J]. Journal of Industrial Engineering and Engineering Management , 2013 , 27(1) : 49 - 55. (in Chinese)

The correlation of two-sided exchange rate volatilities and transmission of exchange rate risk in supply chains

NI De-bing , LIANG Xu-zhuo , TANG Xiao-wo

School of Management and Economics , University of Electronic Science and Technology of China , Chengdu 611731 , China

Abstract: In this paper , we build a supply chain game model consisting of a supplier , a manufacturer and a retailer under a wholesale price contract , where the manufacturer as the focal firm is faced with two-sided (import and export) exchange rate volatilities. With the model equilibrium , we employ the comparative static analysis to study the impacts of those two-sided exchange rate volatilities and their correlation on the variances of the supply chain members' operations decisions , on their expected profits and on the corresponding variances , and explore the factors that affect the relative levels of risk bearing among these three supply chain members. The results show that: (1) When those two-sided exchange rate volatilities are negatively correlated , the variances of the supply chain members' operations decisions , their expected profits and the corresponding variances increase with the import (export) exchange rate volatility; When those two-sided exchange rate volatilities are positively correlated , there exists a critical level of the import (export) exchange rate volatility such that the variances of the supply chain members' operations decisions , their expected profits and the corresponding variances decrease for lower levels of volatility and increase for higher levels , implying a U-shaped risk transmission; (2) The relative levels of risk bearing among these three supply chain members depend on their decision-making flexibility , but are independent of the correlation of two-sided exchange rate volatilities.

Key words: supply chain; two-sided exchange rate volatility; correlation; risk transmission