

# 远期汇率波动的偏U型曲线<sup>①</sup>

李小平<sup>1</sup>, 吴冲锋<sup>2</sup>

(1. 上海立信会计学院风险管理研究院, 上海 201620; 2. 上海交通大学安泰经济与管理学院, 上海 200052)

**摘要:** 基于异质交易者行为视角, 构建了一个包含理性交易者和噪声交易者在内的远期汇率决定模型, 并分析了均衡状态下的远期汇率波动曲线特征. 基于此模型, 利用曲线拟合方法, 实证研究了人民币 NDF 汇率波动与升贴水预期之间的关系, 研究表明, 远期汇率波动与升贴水预期之间呈偏 U 型曲线关系, 与理论模型的结论相吻合. 本文从异质交易者行为的角度对远期汇率的波动机理提供了理论解释, 同时为央行平滑远期汇率波动提供了新的经验依据.

**关键词:** 异质交易者; 噪声交易者; 升贴水预期; 远期汇率波动

**中图分类号:** F830.9    **文献标识码:** A    **文章编号:** 1007-9807(2012)11-0054-12

## 0 引言

无本金交割远期 (non-deliverable forwards, NDF) 是一种场外交易外汇衍生产品, 主要适用于实行外汇管制国家的货币. 由于我国实行外汇管制, 境内远期外汇市场的发展受到一定的限制, 缺乏外汇市场的避险或投机工具. 人民币境外 NDF 的产生为国外投资机构或个人提供了对冲汇率波动风险及投资的离岸机制. 自 2010 年人民银行宣布在 2005 年汇改的基础上进一步推进人民币汇率形成机制改革之后, 随着人民币汇率弹性增强和国际市场对人民币强烈的升值预期, 人民币 NDF 市场交投活跃, 境外机构和个人亟需利用人民币远期交易对冲汇率风险或实行投机活动, 反映出市场对汇率风险管理和汇率产品投资管理的迫切需求, 对相关汇率理论, 尤其是人民币远期汇

率的决定和波动, 以及外汇风险管理等理论的发展提出了客观要求.

本文以 2005 年 7 月 21 日至 2011 年 3 月 25 日的 1 年和 2 年期人民币 NDF 汇率为例, 图 1 显示了 NDF 汇率的变动. 本文发现, NDF 汇率表现出了明显的波动聚集现象, 尤其是 2 年期 NDF 汇率, 波动剧烈, 波动异常值较多. 根据一般的远期外汇交易的期限特点<sup>②</sup>, 以及人民币 NDF 汇率的定价机制<sup>③</sup>, 远期汇率的过度波动可能是市场交易行为的结果. 由此进一步引出的值得思考和关注的问题是: 人民币汇率制度的弹性增强之后, 从外汇市场微观结构的角度来看, 远期外汇市场交易者的市场行为特征如何, 以及它们的行为将会如何影响远期汇率的变化和波动? 而市场交易行为视角下的远期汇率波动将会呈现什么新特征?

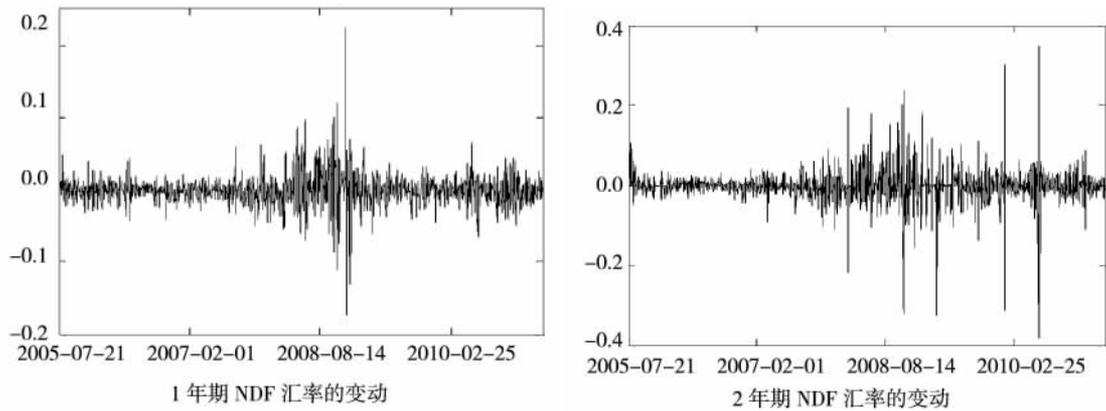
① 收稿日期: 2012-07-11; 修订日期: 2012-09-20.

基金项目: 国家自然科学基金青年基金资助项目(71101093); 上海市教委科技创新基金资助项目(12YS158); 上海市教委重点学科建设资助项目(J51703).

作者简介: 李小平(1980—), 女, 湖北枝江人, 博士, 讲师. Email: lxp.mzz@gmail.com

② 据 2010 年 6 月国际清算银行(BIS)全球外汇衍生品名义交易量的统计, 在全球的外汇远期和互换的交易中, 1 年期及以下品种的交易量占总交易量的比重超过 75%. 这说明了到期日在一年以内的外汇远期合约的流动性要大大高于到期期限超过一年的外汇远期合约.

③ NDF 的价格形成机制与传统的远期交易不同. 由于人民币实行汇率管制, 以及人民币不可自由兑换, 使得离岸市场上很难进行人民币兑换和拆借, 因此, 人民币 NDF 汇率主要由海外市场对人民币汇率的预期决定.



注: 数据来源于 Bloomberg 数据库.

图 1 1 年期和 2 年期人民币 NDF 汇率的变动图

Fig. 1 Changes in 1-year and 2-year RMB NDF exchange rates

为了解决上述问题, 本文在以往文献研究的基础上, 将异质交易者行为和远期汇率波动相结合进行研究. 引入异质交易者—理性交易者和噪声交易者, 构建了远期汇率决定模型, 并分析了均衡状态下的远期汇率波动曲线特征. 基于此模型, 利用曲线拟合方法, 实证研究了汇改后人民币 NDF 汇率波动与升贴水预期之间的关系, 以此对理论模型加以验证. 显然, 从市场交易者异质性的角度来探讨远期汇率波动的形成机理及特征, 有助于提高对现实远期汇率波动的解释和预测能力, 发现异常波动, 指导理性投资, 从而对外汇市场参与者的投资决策提供有益的参考.

## 1 汇率波动与异质交易者行为的新发展

对汇率波动的研究主要集中在即期市场, 自从传统的宏观模型难以解释外汇市场的一些异象, 如“波动与基本面无关之谜”和过度波动等, 许多学者开始从异质交易行为的角度研究汇率的波动, 并形成了多个流派.

以 Lyons<sup>[1]</sup>、Evans 和 Lyons<sup>[2]</sup> “指令流”研究为代表的微观市场结构理论, 该理论关注信息在外汇市场中如何传播和处理, 以及最终如何反应到汇率的波动上. 国内学者丁剑平等<sup>[3]</sup>也在这方面做了有益的探讨. 该理论有力地解释了汇率高波动的特征, 但其忽略了宏观基本面的分析. 以 Neuberger 等<sup>[4]</sup>、De Grauwe 和 Dewachter<sup>[5]</sup>、De

Grauwe 和 Grimaldi<sup>[6]</sup>、Bauer 等<sup>[7]</sup>为代表的基于异质信念的汇率决定理论, 认为异质预期是外汇市场的典型事实, 关注外汇市场交易者的异质性预期的行为特征、相互作用和交互式的学习过程对汇率的影响. 国内学者李晓峰等<sup>[8-10]</sup>、丁安杰等<sup>[11]</sup>、张维、张永杰<sup>[12]</sup>、陆静等<sup>[13]</sup>分别对外汇市场和股票市场的异质预期做了深入的研究. 该理论既包含了微观个人行为因素, 又不脱离宏观基本面分析方法, 对现实的汇率波动具有更强的解释和预测能力, 其缺陷在于市场的异质预期难以度量. 以 Jeanne 和 Rose<sup>[14]</sup>、Bauer 和 Herz<sup>[15-16]</sup>和 Olivier<sup>[17]</sup>为代表的基于行为金融的汇率决定理论, 建立了包含理性交易者和噪声交易者等在内的汇率决定模型, 分析了噪声交易者的进入对浮动汇率制度下的汇率波动的影响. 该理论对外汇市场的诸多异象, 特别是“波动与基本面无关之谜”等有较好的解释能力, 但对于外汇市场不同类型的异质交易者数量难以观察和计算, 且目前国内鲜有文献将噪声交易者行为引入远期外汇市场.

近期关于噪声交易行为与汇率波动的重要文献有: Bauer 和 Herz<sup>[18]</sup>建立了包含理性交易者和噪声交易者在内的汇率决定模型, 分析表明, 噪声交易者的进入使得浮动汇率制度下的汇率出现过度波动. Jeanne 和 Rose<sup>[14]</sup>的研究结果表明, 外汇政策可以通过影响市场异质交易者的组成来实现目标, 而非仅通过传统的货币政策传导机制. Bauer 和 Herz<sup>[15-16]</sup>、Olivier<sup>[17]</sup>在 Jeanne 和 Rose<sup>[14]</sup>的框架下, 分别研究了外汇政策和货币政策、进入成本和交易成本对汇率及其波动的影响.

Juanyi Xu<sup>[19]</sup> 将异质交易者行为引入粘性价格一般均衡模型中, 构建了新的汇率决定模型. 这些文献从异质交易行为的角度, 为浮动汇率制度下即期汇率的过度波动提供了合理的解释, 但是并没有涉及远期市场, 更没有针对噪声交易者对远期市场汇率波动的影响展开分析.

## 2 理论模型

行为金融理论认为, 以有效市场假说为前提的远期汇率决定理论所基于的理性套利行为是有限的, 造成套利不能充分进行的原因之一是噪声交易者风险, 即由于市场上存在的噪声交易对未来资产需求的不可预知性, 噪声交易者的非理性交易行为在一定程度上使得远期汇率定价的实际水平偏离了理论值<sup>[20]</sup>. 相关文献显示噪声交易者在充分套利的市场上(如欧洲货币市场)也是难以被彻底驱逐<sup>[21]</sup>, 在我国现今不完善的远期外汇市场上噪声交易者存在是合理的.

因此, 本节先假定远期外汇市场存在着两类异质性交易者, 即理性交易者和噪声交易者, 由此构建异质视角下的远期汇率决定理论模型, 并进一步得到多重均衡状态下的汇率波动及其特征.

### 2.1 远期外汇市场的微观结构

假设远期外汇市场有两类参与者: 理性交易者和噪声交易者, 不考虑交易成本, 但噪声交易者有进入成本. 对于参与者的效用函数, 用微观结构理论普遍使用的负指数效用函数. 其定义如下

$$U(R) = -\exp(-\gamma R) \quad (1)$$

其中  $R$  表示收益,  $\gamma$  表示参与者的风险厌恶系数.

噪声交易者风险等因素导致市场套利不够充分, 因此外汇市场始终存在套利机会, 意味着现实的远期汇率与利率平价公式得到的远期汇率之间存在定价偏差. 假设该偏差表示为

$$\rho_{t+1} = f_{t+1} - f_{t+1}^* = f_{t+1} - (s_t + r_{t+1} - r_{t+1}^*) \quad (2)$$

其中  $i_{t+1}$  和  $i_{t+1}^*$  分别代表  $t+1$  时刻本国和国外的即期利率, 且  $r_{t+1} = \ln(1 + i_{t+1})$ ,  $r_{t+1}^* = \ln(1 + i_{t+1}^*)$ ,  $s_t$  为  $t$  时刻直接标价法下的即期汇率的自然对数,  $f_{t+1}$  为  $t$  时刻签订的  $t+1$  时刻到期的远期汇

率的自然对数,  $f_{t+1}^*$  为由抵补利率平价得到的理论汇率, 即  $f_{t+1}^* = s_t + r_{t+1} - r_{t+1}^*$ .

理性交易者正是基于对两国利差等基本面的判断, 利用利率平价的偏差获得过度收益, 同时, 他们对期望过度收益有较为正确的认识

$$E_i(\rho_{t+1}) = E_i(\rho_{t+1}) \quad (3)$$

根据行为金融理论, 由于存在信息不足或技术手段的限制, 噪声交易者在理解复杂的外部世界时, 并不具有完美的认知能力, 而是存在着一个认知误差和时间滞后的效应. 同时, 噪声交易者在决定是否进入远期市场之前, 出于对未来套利空间的判断和对未来收益的技术性分析, 他们对未来升贴水趋势会有一个预期, 可能根据前一期的升贴水趋势来预测未来的升贴水趋势.

因此, 假设噪声交易者的期望过度收益具有有偏、滞后的特征, 存在预测误差  $v_t$ , 并且对升贴水预期采用推断预期的方式<sup>④</sup>, 即根据以往升贴水的趋势来预测未来的升贴水趋势

$$E_i(\rho_{t+1}) = E_{t-1}(\rho_{t+1}) + \theta_t(f_t - s_{t-1}) + v_t \quad (4)$$

首先, 关于噪声交易者对未来升贴水预期的讨论, 当噪声交易者于  $t$  期对  $t+1$  期的汇率升贴水的预测信息集为截止  $t-1$  期的汇率升贴水的有关信息, 噪声交易者可能预期现实汇率升贴水将会延续以往的趋势, 类似于市场交易者“追涨杀跌”的行为特征; 或者与以往的趋势相反, 类似于资产价格“反转”的行为特征. 但也有大量的研究表明, 远期汇率定价偏差有均值回复特征, 因此本文还可以认为噪声交易者对升贴水的预期并不仅限于前一期的汇率升贴水信息, 而是一段时间内的均值  $\bar{f} - \bar{s}$ .

与上述噪声交易者的升贴水预期相对应,  $\theta_t$  有多种假设: 噪声交易者预期升贴水将会延续以往的趋势, 此时  $\theta_t > 0$ ; 噪声交易者预期升贴水趋势会发生反转, 此时  $\theta_t < 0$ . 另外, 在同一时刻, 不同噪声交易者拥有不同的信息, 而且在形成预期时会受到不同种类和不同程度的认知偏差的影响, 因此, 噪声交易者对升贴水的预期可能呈一定的分布类型, 表现为  $\theta_t$  可以是各种不同的分布, 如

④ 参阅 Allen 和 Taylor<sup>[22]</sup>, 他们将外汇市场的异质预期归纳为推断式预期、回归式预期和适应性预期三种类型, 本文对汇率升贴水预期借鉴了推断式预期的方式.

正态分布等。

为了简化分析, 假设  $\theta_t = 1$ 。

最后, 假设噪声交易者预测误差的波动与远期汇率本身的波动  $v_f$  成比例<sup>[14, 16]</sup>

$$v_v = \lambda v_f \quad (5)$$

其中  $\lambda > 0$ 。

## 2.2 远期外汇市场均衡条件

接下来探讨远期外汇市场交易者的资产选择行为。

假定  $c_i$  是交易者  $i$  的进入成本, 其中理性交易者进入成本为 0,  $d_{i,t}$  为  $t$  时刻签订的  $t+1$  时刻到期的远期合约数量 (以外币表示), 则交易者抵补套利带来的过度收益为

$$R_{i,t+1} = d_{i,t} \rho_{t+1} - c_i = d_{i,t} [f_{t+1} - s_t - (r_{t+1} - r_{t+1}^*)] - c_i \quad (6)$$

其中  $\rho_{t+1} = f_{t+1} - s_t - (r_{t+1} - r_{t+1}^*)$  是交易者  $i$  的过度收益, 以本币计价。

外汇市场交易者的目的是在控制风险的前提下实现期望效用的最大化。假设交易者的期望效用函数为

$$U_{i,t}(R_{i,t+1}) = E_{i,t}(R_{i,t+1}) - \frac{1}{2} \gamma_i \text{Var}_{i,t}(R_{i,t+1}) \quad (7)$$

即交易者的预期效用与其所获得的过度收益  $R_{i,t+1}$  呈正比, 与相应的以过度收益的方差  $v_{i,t}(R_{i,t+1})$  为代表的风险成反比。其中  $\gamma_i$  为交易者  $i$  的风险厌恶系数。将式 (6) 代入式 (7), 整理化简, 并对  $d_{i,t}$  求一阶偏导并等于零。可以得到各交易者用于抵补套利的最优远期外汇合约数量为

$$d_{i,t} = \frac{E_{i,t}(\rho_{t+1})}{\gamma_i \text{Var}_{i,t}(\rho_{t+1})} \quad (8)$$

假设以交易者进入市场的比例代表不同类型交易者的数量, 即理性交易者市场比例为  $N_t$ , 且  $0 \leq N_t \leq 1$ , 噪声交易者市场比例为  $n_t$ , 且  $0 \leq n_t \leq 1 - N_t$ 。另外, 为了简化分析, 假设理性交易者和噪声交易者的风险厌恶程度相同, 即  $\gamma_i = \gamma$ 。

由于理性交易者进入市场没有成本限制, 因此市场均衡时他们总是进入市场; 当没有进入成本, 噪声交易者完全进入市场, 将市场交易者对远期外汇合约的需求加总, 即可得远期外汇合约总需求

$$D_t = \frac{E_t(\rho_{t+1}) N_t + (E_{t-1}(\rho_{t+1}) + \theta_t(f_t - s_{t-1}) + v_t)(1 - N_t)}{\gamma v_f} \quad (9)$$

当市场有进入成本, 假设  $\varphi_{i,t}$  是噪声交易者  $i$  进入外汇市场的代理变量, 当  $\varphi_{i,t} = 1$ , 噪声交易者进入远期外汇市场;  $\varphi_{i,t} = 0$ , 噪声交易者不进入外汇市场。在  $t$  时刻, 噪声交易者进入远期外汇市场, 当且仅当进入的期望效用不低于不进入的期望效用, 即

$$E_{i,t}(U_{i,t} | \varphi_{i,t} = 1) \geq E_{i,t}(U_{i,t} | \varphi_{i,t} = 0) \quad (10)$$

由此得到噪声交易者进入市场的条件, 推导过程见附录中的 1

$$c_i \leq \frac{[E_{i,t}^N(\rho_{t+1})]^2}{2\gamma_i \text{Var}_{i,t}(\rho_{t+1})} \equiv c^* \quad (11)$$

由式 (11) 得知: 当  $c_i \leq c^*$ ,  $\varphi_{i,t} = 1$ ;  $c_i > c^*$ ,  $\varphi_{i,t} = 0$ 。

将各市场交易者对远期外汇合约的需求加总, 即可得到远期外汇合约总需求

$$D_t = \frac{E_t(\rho_{t+1}) N_t + (E_{t-1}(\rho_{t+1}) + \theta_t(f_t - s_{t-1}) + v_t) n_t}{\gamma v_f} \quad (12)$$

最终远期外汇市场的出清条件为远期外汇合约总需求等于总供给

$$Z_t = D_t \quad (13)$$

远期外汇合约总供给  $Z_t$  主要来源于两个方面: 一是进出口商出于套期保值者目的签订的远期外汇合约; 二是来自于央行干预的远期外汇供给, 即央行为了解决商业银行远期货币头寸失衡问题而与商业银行签订的远期合约。

进而, 由附录中的 2 可知, 存在噪声交易者的远期外汇市场波动为

$$v_{f,t} = \left(\frac{n_t}{N_t}\right)^2 \lambda v_{f,t} + v_{\Delta r,t} + v_{s,t} \quad (14)$$

其中  $\Delta r_t = r_{t+1} - r_{t+1}^*$ , 代表两国利差,  $v_{\Delta r,t}$ ,  $v_{s,t}$  分别代表两国利差波动和即期汇率波动。式 (14) 表明, 远期汇率波动由噪声交易者波动、两国利差波动和即期汇率波动组成, 并且随着噪声交易者数量的增加而增大, 说明噪声交易者的随机行为增加了远期汇率的过度波动。

结合远期外汇市场出清条件和远期汇率波动的公式, 可得到存在噪声交易者的远期外汇市场

的最终均衡条件,见附录中的3,即

$$\bar{c} \leq \frac{\lambda [\gamma v_f \bar{D} / N_f + \theta_f (f_t - s_{t-1})]^2}{2\gamma (\sqrt{\lambda v_{f,t}} + \sqrt{v_{f,t} - v_{\Delta r,t} - v_{s,t}})^2} + \frac{\lambda}{2\gamma} \quad (15)$$

不等式(15)的左边代表噪声交易者的平均进入成本,右边代表交易者进行抵补套利所得的平均过度收益。当所有噪声交易者的进入成本大于过度收益,噪声交易者不进入远期市场;当部分噪声交易者的进入成本小于过度收益,部分交易者进入远期市场;当所有噪声交易者的进入成本小于过度收益,噪声交易者完全进入市场。

相应地,根据噪声交易者的进入情况,可以得到远期汇率波动的三种均衡状态:

- 1) 当市场没有噪声交易者进入  $v_{f,t} = v_{\min} = v_{\Delta r,t} + v_{s,t}$ ;
- 2) 当部分交易者进入  $v_{\min} < v_{f,t} < v_{\max} = (v_{\Delta r,t} + v_{s,t}) / [1 - \lambda (\frac{1}{N_f} - 1)^2]$ ;
- 3) 当噪声交易者全部进入  $v_{f,t} = v_{\max}$ 。

### 2.3 均衡状态下的远期汇率波动曲线特征

进一步地,根据不等式(15),可以得到均衡状态下远期汇率波动的曲线特征。即

$$\bar{c} = \frac{\lambda [\gamma v_f \bar{D} / N_f + \theta_f (f_t - s_{t-1})]^2}{2\gamma (\sqrt{\lambda v_{f,t}} + \sqrt{v_{f,t} - v_{\Delta r,t} - v_{s,t}})^2} + \frac{\lambda}{2\gamma} \quad (16)$$

其中  $v_{f,t} \in (v_{\min}, v_{\max})$ 。

将式(16)变形,可以得到

$$\theta_f (f_t - s_{t-1}) = -\gamma v_f \bar{D} / N_f \pm \sqrt{(2\gamma c / \lambda - 1)} \times (\sqrt{\lambda v_{f,t}} + \sqrt{v_{f,t} - v_{\Delta r,t} - v_{s,t}}) \quad (17)$$

其中  $v_{f,t} \in (v_{\min}, v_{\max})$ 。

式(17)表明,远期汇率波动与升贴水预期之间存在函数关系,反映在图形上,表现出“U”型曲线的特征。如图2所示。当升贴水趋势非常小,且  $\theta > 0$ ,如式(15)所示,噪声交易者进入远期市场的过度收益小于平均成本,因此噪声交易者不进入远期市场,从而波动最小;当升贴水趋势逐步增大,相对于进入成本,噪声交易者进入远期市场可获得过度收益,此时噪声交易者倾向于进入远期市场,随着进入程度逐步加深,远期汇率波动加大;当升贴水趋势足够大,噪声交易者完全进入,远期汇率波动达到最大。

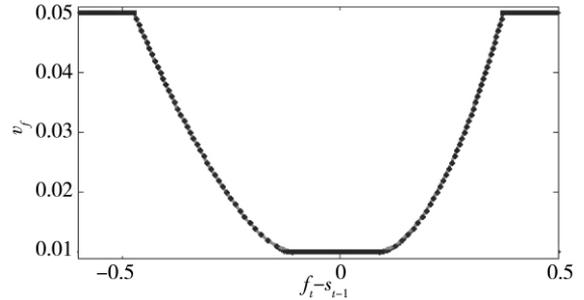


图2 远期汇率波动曲线图

Fig. 2 Volatility curve of forward exchange rate

$\gamma = 0.1, \lambda = 0.8, \rho = 8, \bar{D} = 5, N_f = 0.5, v_{\min} = 0.01, v_{\max} = 0.05$

当参数变化时,远期波动曲线形状随之变化。如图3所示,曲线由“U”形变成偏“U”形,其经济意义在于:相对于同样的进入成本,在直接标价法下,本币升值预期下的噪声交易者能获得更大的过度收益,因此噪声交易者更倾向于本币升值预期时进入,此时本币升值预期时的远期汇率波动大于贴水时的远期汇率波动,曲线变得不对称。

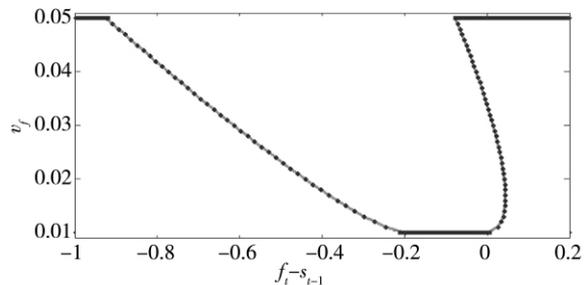


图3 远期汇率波动曲线图

Fig. 3 Volatility curve of forward exchange rate

$\gamma = 0.1, \lambda = 0.8, \rho = 8, \bar{D} = 50, N_f = 0.5, v_{\min} = 0.01, v_{\max} = 0.05$

式(17)显示,不同的参数影响了远期汇率波动曲线的变化,而不同的参数又反映了宏观基本面或微观市场的变化,因此,下面就参数变化对远期汇率波动曲线的影响展开讨论。

首先表现在进入成本  $c$  与远期汇率波动的反向关系。由式(15)知,当  $\bar{c} \leq \lambda / 2\gamma$ ,噪声交易者的过度收益始终大于平均成本,因此噪声交易者完全进入,远期汇率波动达到最大。当  $\bar{c} > \lambda / 2\gamma$ ,进入成本越大,噪声交易者进入数量越少,因此远期汇率波动减少;直至进入成本大于过度收益,噪声交易者退出市场,此时波动最小。

其次是  $\bar{D} / N_f$  与远期汇率波动呈反向关系。本文把  $\bar{D} / N_f$  定义为理性交易者的人均需求,反映了市场微观结构的变化。理性交易者人均需求增多,意味着市场需求由理性交易者驱动,处于避险

目的,以抵补套利为手段的理性交易者增多,使得利率平价的偏离减少,意味着套利者不能获得更多的过度收益,因此噪声交易者进入市场的数量减少,导致远期汇率的波动随之下降。

最后,即期汇率和两国利差的波动( $v_{\Delta r_t} + v_{s_t}$ )可以看作是宏观基本面的波动,与远期汇率波动呈正向关系。一方面,远期汇率波动随着宏观基本面波动而增大;另一方面,噪声交易者倾向于在波动中获利,因此进入市场的程度进一步加深,从而对远期汇率的波动有正反馈的作用,促使远期汇率波动进一步增大。

### 3 实证分析

#### 3.1 数据选取与处理

为了检验远期汇率波动和升贴水预期之间的曲线关系,本文选择人民币 NDF 汇率的日收盘价格作为研究对象,远期汇率的到期期限分别是 1 个月、3 个月、6 个月、9 个月、1 年和 2 年。时间区间从 2005 年 7 月 21 日至 2011 年 3 月 25 日,每组序列共 1 482 个数据。所有数据来自彭博(Bloomberg)数据交易系统。

图 4 是 1 个月、3 个月、6 个月、9 个月、1 年和 2 年到期期限的远期汇率走势图。自 2005 年汇改以来,人民币稳步升值,不同到期期限的人民币远期价格呈贴水状态,但到 2008 年 9 月底,由于金融危机的影响,不同到期期限的人民币远期价格出现升水,国际市场的人民币预期由升值转为贬值。直至 2009 年 3 月,人民币远期价格回复贴水状态。

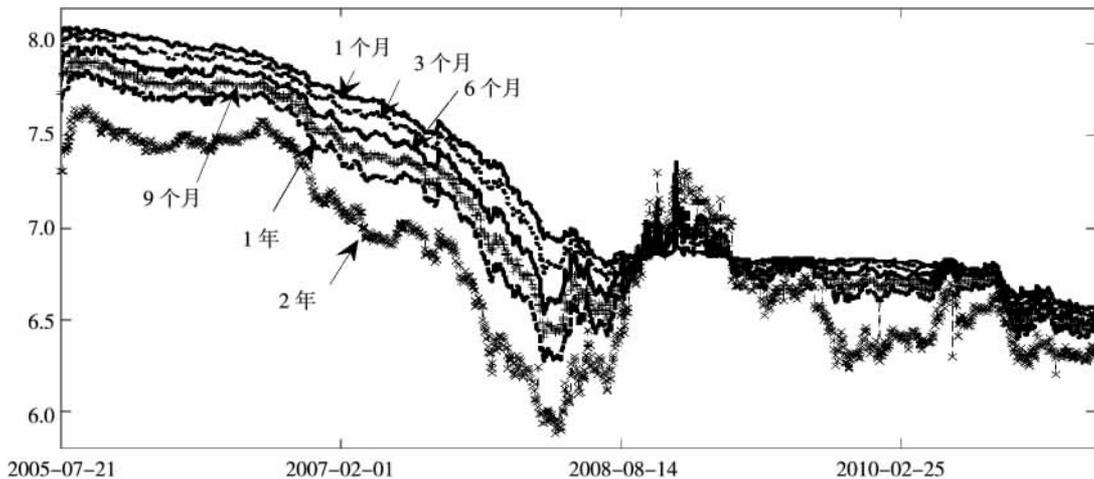


图 4 2005—2011 年不同到期期限人民币 NDF 汇率走势图

Fig. 4 RMB NDF exchange rates of different maturities from 2005 to 2011

本文以 AR-GARCH 模型测算远期汇率的条件波动  $v_f$ , 以前一期的汇率升贴水  $f_t - s_{t-1}$  代替对

未来汇率升贴水的预期。表 1 给出了远期汇率条件波动的统计检验结果。

表 1 远期汇率条件波动的统计检验

Table 1 Statistical test of the conditional volatility of forward exchange rates

序列	即期	1 个月	3 个月	6 个月	9 个月	1 年	2 年
均值	1.02E - 06	1.40E - 06	3.05E - 06	5.68E - 06	7.96E - 06	9.36E - 06	4.17E - 05
标准差	9.25E - 07	1.72E - 06	5.37E - 06	9.63E - 06	1.42E - 05	1.52E - 05	6.88E - 05
偏度	1.576 226	3.567 706	7.259 967	4.665 010	5.901 527	4.763 075	5.057 341
峰度	5.846 013	21.506 36	80.356 63	31.322 81	50.658 08	34.262 45	40.337 98
JB 值	1 112.327	24 259.64	382 017.4	54 835.89	148 654.0	65 865.44	92 279.95

表1的统计检验表明,人民币NDF汇率的波动具有尖峰厚尾的特征,并且,不同到期期限的远期汇率波动的均值大于即期汇率的波动,与前面市场的交易行为造成了远期汇率波动加大的理论结论较为吻合.另外,随着到期期限的增大,远期汇率波动的均值和标准差也随之增大.鉴于篇幅,图5和图6仅给出了颇具代表性的1

年期和2年期人民币NDF汇率的波动曲线,表现了远期汇率的集聚性和连续性.在某些时段,例如2008年金融危机期间,人民币远期汇率均出现了持续的波动.由于人民币NDF汇率能够反映国际市场对人民币未来走势的预期,因此,一旦市场形成对人民币的升贬值预期,这一趋势将会持续较长时间.

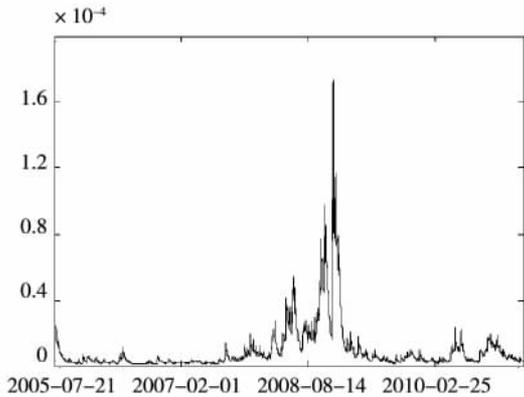


图5 1年期NDF汇率条件波动时序图

Fig. 5 The conditional volatility of 1-year NDF exchange rate

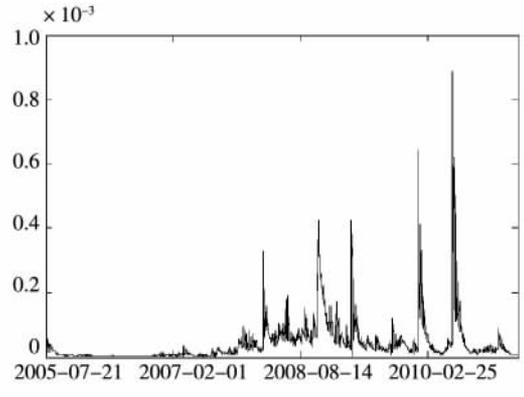


图6 2年期NDF汇率条件波动时序图

Fig. 6 The conditional volatility of 2-year NDF exchange rate

### 3.2 实证结果与分析

利用 Matlab 的曲线拟合工具箱,选用二次多项式拟合,可以得到不同到期期限的人民币NDF汇率的远期汇率波动图,如图7至图12所示.其中,横轴代表汇率升贴水预期,纵轴代表不同到期期限的远期汇率波动,散点代表真实的远期汇率波动,实线代表拟合的远期汇率波动曲线.

图7至图12显示,在样本区间内,1个月、3个月、6个月、9个月、1年和2年期的NDF汇率均呈现了U型曲线的特征,但由于样本区间内的人民币价格大多数时候呈贴水状态,因此,不同到期期限的NDF汇率波动曲线只是表现了U型曲线的一部分.当升贴水预期较小时,远期汇率波动聚集在最小波动值附近;当升贴水预期较大,远期汇率波动开始上升.

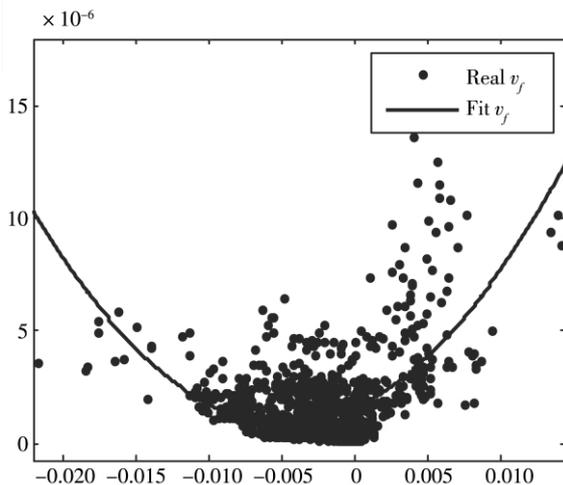


图7 1月期NDF汇率波动曲线拟合图

Fig. 7 Volatility curve fitting of 1-month NDF exchange rate

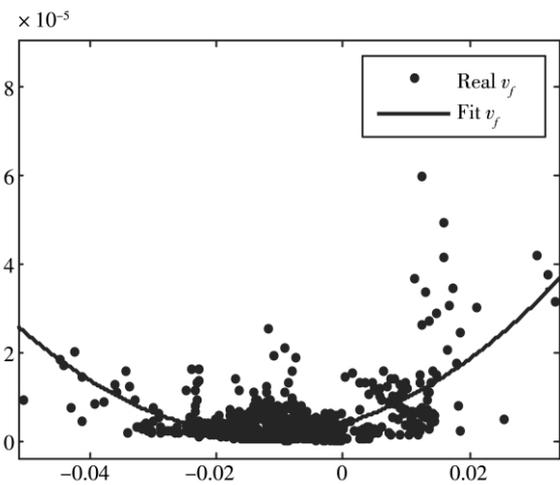


图8 3月期NDF汇率波动曲线拟合图

Fig. 8 Volatility curve fitting of 3-month NDF exchange rate

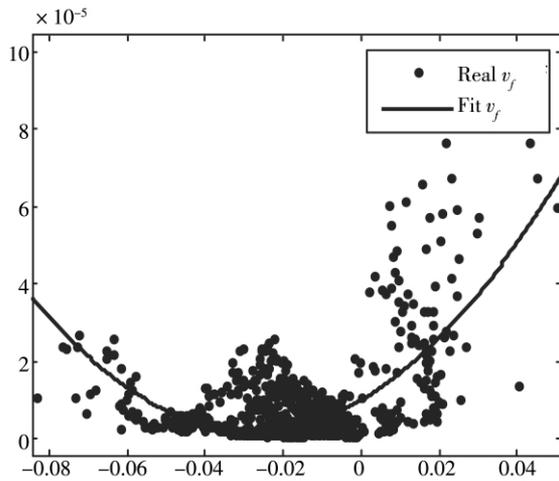


图 9 6 月期 NDF 汇率波动曲线拟合图

Fig. 9 Volatility curve fitting of 6-month NDF exchange rate

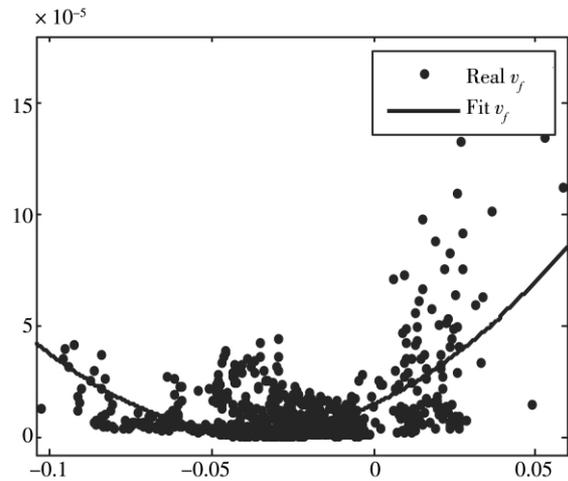


图 10 9 月期 NDF 汇率波动曲线拟合图

Fig. 10 Volatility curve fitting of 9-month NDF exchange rate

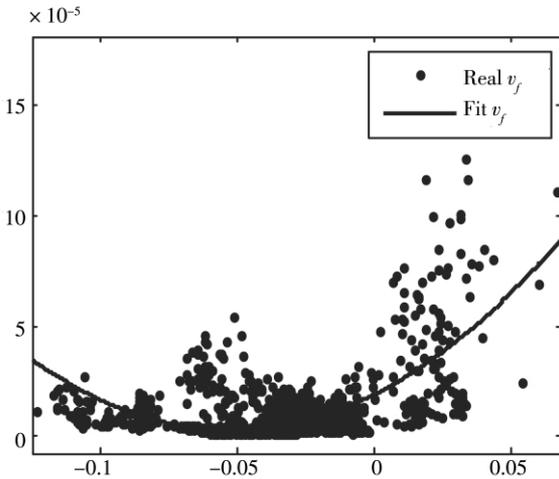


图 11 1 年期 NDF 汇率波动曲线拟合图

Fig. 11 Volatility curve fitting of 1-year NDF exchange rate

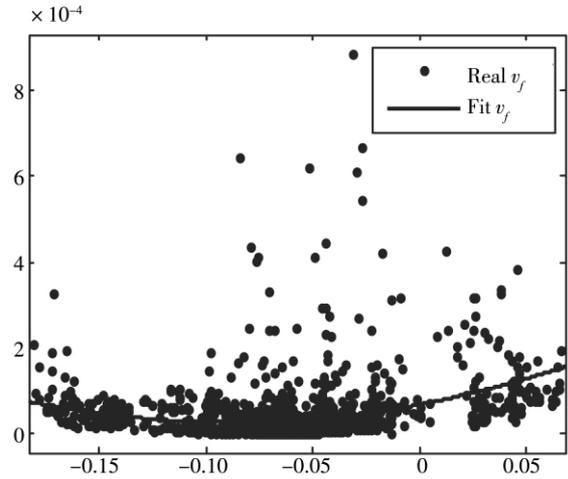


图 12 2 年期 NDF 汇率波动曲线拟合图

Fig. 12 Volatility curve fitting of 2-year NDF exchange rate

同时,在同样的升贴水程度下,人民币升水预期下的汇率波动大于贴水预期下的汇率波动,曲线呈现出不对称的特征.究其原因,由于样本期间内美国与中国利差为负,当人民币预期贴水,由公式(2)-(4)知,交易者过度收益为负,噪声交易者不倾向于进入远期市场;反之,当人民币预期升水,升水抵消了负的利差,使得过度收益为正,因此人民币升水预期下的噪声交易者能获得更大的过度收益,这诱使套利者尤其是噪声交易者进入远期外汇市场,进一步加剧了远期汇率的波动.另外,人民币 NDF 汇率波动的不对称性也

表明了人民币对导致贬值的相关信息反应剧烈,反之,对导致升值的相关信息反应较小.

最后,人民币 NDF 汇率波动显示了一些期限特征.越远期的到期期限的汇率波动曲线的开口越大,U 型曲线更为平坦.一方面,由于升贴水程度会随着到期期限而增大(见图 4);另一方面,由于到期期限越远,信息越不确定,因此,不同类型的交易者对远期汇率的预期判断分歧越大,尤其对噪声交易者的进入有一定的影响,导致越远期的到期期限的汇率波动剧烈但频率分散,曲线呈现出如上特征.

表 2 远期汇率条件波动的曲线拟合度

Table 2 Curve fitting degree of conditional volatility of forward exchange rates

序列	1 个月	3 个月	6 个月	9 个月	1 年	2 年
SSE	2.99E - 09	2.91E - 08	8.11E - 08	1.89E - 07	2.00E - 07	6.18E - 06
R	0.320 9	0.317 2	0.409 3	0.363 0	0.415 3	0.116 9
Adjusted R	0.320 0	0.316 3	0.408 5	0.362 1	0.414 5	0.115 7
RMSE	1.42E - 06	4.44E - 06	7.41E - 06	1.13E - 05	1.16E - 05	6.47E - 05

注:SSE 代表误差平方和 R 代表复相关系数,Adjusted R 代表调整自由度复相关系数, RMSE 代表均方根误差。

表 2 给出了不同到期期限远期汇率的条件波动的拟合精度,其中不同到期期限的远期汇率波动曲线拟合的误差平方和和均方根误差较小,且随着到期期限的增大而增大,说明对越近期的到期期限的远期汇率波动的拟合精度越高。同时,调整自由度复相关系数表明,二次曲线拟合对 6 个月、9 个月和 1 年期的远期汇率波动拟合程度较高。

由于我国实行汇率管制,以及人民币不可自由兑换,使得离岸市场较难进行人民币兑换与抵补,人民币汇率主要由国际市场的预期而定,因此,现实中的 NDF 汇率波动,势必与根据抵补套利理论发展的远期汇率波动有一定的偏差。其次,到期期限越大,其市场的信息因素越不确定,国际市场对人民币预期的分歧越大,因此远期汇率波动剧烈但频率分散,这也是导致到期期限较长的远期汇率波动曲线的拟合精度不高的原因之一。

### 4 结束语

目前,关于汇率决定理论的相关研究已不再局限于传统的宏观汇率模型,或停留于对汇率的走势的拟合和预测上,而更多地注重外汇市场的交易行为对汇率变动的影 响。为此,本文从异质交易者行为的视角出发,构建了包含理性交易者和噪声交易者等的远期汇率决定模型,对人民币远期汇率波动研究提供了借鉴经验。研究结果表明:

第一、理论模型表明,远期汇率波动由噪声交易者波动、即期汇率和两国利差的波动组成。噪声交易者的进入改变了外汇市场的组成,引起了

远期汇率的过度波动,并且噪声交易者进入程度决定了远期汇率波动的多重均衡状态。

第二、理论模型表明,在远期汇率波动和升贴水预期之间存在一个正的偏“U”形曲线关系,并且本币升水预期下的远期汇率波动大于贴水预期时的波动,说明噪声交易者更倾向于本币升水预期时进入。此外,进入成本、理性交易者的人均需求、即期汇率和两国利差波动通过影响噪声交易者的进入程度,进而影响远期汇率波动的曲线形状。以人民币 NDF 汇率为样本的实证研究对远期汇率波动曲线的形状、不对称性加以了证实,并且,远期汇率波动曲线呈现出了到期期限较长的远期汇率波动越剧烈但频率分散的期限特征。

第三、央行对外汇市场的干预主要集中在现汇市场,对远期市场干预的手段较少,但并不意味着远期外汇市场干预不重要,有时央行会采取在即期和远期外汇市场共同干预的措施。例如发生危机时,投机攻击通常通过外汇衍生品市场进行,此时商业银行会积累大量的远期头寸,为了解决远期货币头寸失衡问题,商业银行要么与央行交易远期外汇合约,要么实行即期和远期结合的掉期交易;在即期市场,央行为了维持汇率不得不买入商业银行抛出的本币,同时会通过贴现窗口向商业银行提供资金,导致央行的外汇储备被大量消耗。而本文从异质交易者行为的角度为央行提供了另一种干预方式,即通过设置合适的进入成本来控制远期市场噪声交易者的进入程度,减少远期外汇市场噪声交易者的进入带给商业银行远期货币头寸的积累,同时也可以平滑远期汇率波动。

本文的不足及进一步研究方向在于:一是本文假设噪声交易者对未来升贴水的预期与前

一期的升贴水有关,但实际上这种预期可能服从某种分布,因此本文的模型对现实的解释还存在有一定的局限性,有待进一步研究。二是本文隐含着远期外汇合约供给外生的假设,现实外

汇市场中供给可能是内生的,因此,在研究中还需要考虑央行、商业银行、以及更多类型的异质交易者的行为。这些也是未来研究中需进一步考虑的问题。

## 参 考 文 献:

- [1] Lyons R. Test of micro-structural hypotheses in the foreign exchange market [J]. *Journal of Financial Economics*, 1995, 39: 321 - 351.
- [2] Evans M, Lyons R. Order flow and exchange rate dynamics [J]. *Journal of Political Economy*, 2002, 110: 170 - 180.
- [3] 丁剑平, 俞君钰, 张景煜. 从外汇市场微观结构视角看中央银行入市交易效果 [J]. *管理世界*, 2006, (7): 15 - 21.  
Ding Jianping, Yu Juntai, Zhang Jingyu. Effects of central banks into market from the perspective of the foreign exchange market microstructure [J]. *Management World*, 2006, (7): 15 - 21. (in Chinese)
- [4] Neuberger L, Protin P, Louargant C. From heterogeneous expectations to exchange rate dynamics [J]. *SCE Working Paper*, 2004, No. 310.
- [5] De Grauwe P, Dewachter H. A chaotic model of the exchange rate: The role of fundamentalists and chartists [J]. *Open Economies Review*, 1993, 4(4): 351 - 379.
- [6] De Grauwe P, Grimaldi M. The exchange rate and its fundamentals in a complex world [J]. *Review of International Economics*, 2005, 13(3): 549 - 575.
- [7] Bauer C, De Grauwe P, Reitz S. Exchange rate dynamics in a target zone—a heterogeneous expectations approach [J]. *Deutsche Bundesbank Discussion Paper*, 2008, No. 05/2007.
- [8] 李晓峰, 魏英辉. 基于行为金融理论的中央银行外汇干预策略研究 [J]. *南开经济研究*, 2009, (1): 3 - 21.  
Li Xiaofeng, Wei Yinghui. The study on the central bank foreign exchange intervention strategy based on the behavior financial model [J]. *Nankai Economic Studies*, 2009, (1): 3 - 21. (in Chinese)
- [9] 李晓峰, 黎琦嘉. 外汇市场汇率预期研究进展 [J]. *经济学动态*, 2009, (3): 102 - 107.  
Li Xiaofeng, Li Qijia. Progress of foreign exchange rate expectation [J]. *Economic Perspectives*, 2009, (3): 102 - 107. (in Chinese)
- [10] 李晓峰, 陈 华. 交易者预期异质性、央行干预效力与人民币汇率变动 [J]. *金融研究*, 2010, (8): 49 - 67.  
Li Xiaofeng, Chen Hua. Trader expectation heterogeneity, effect of central bank intervention and RMB exchange rate movement: A study on the mechanism of RMB exchange rate movement after reform [J]. *Journal of Financial Research*, 2010, (8): 49 - 67. (in Chinese)
- [11] 丁志杰, 郭 凯, 闫瑞明. 非均衡条件下人民币汇率预期性质研究 [J]. *金融研究*, 2009, (12): 91 - 98.  
Ding Zhijie, Guo Kai, Yan Ruiming. The study of the nature of expectations of RMB exchange rate under the condition of disequilibrium [J]. *Journal of Financial Research*, 2009, (12): 91 - 98. (in Chinese)
- [12] 张 维, 张永杰. 异质信念、卖空限制与风险资产价格 [J]. *管理科学学报*, 2006, 9(4): 58 - 64.  
Zhang Wei, Zhang Yongjie. Heterogeneous beliefs, short-selling constraints and the asset price [J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2006, 9(4): 58 - 64. (in Chinese)
- [13] 陆 静, 曹国华, 唐小我. 基于异质信念和卖空限制的分割市场股票定价 [J]. *管理科学学报*, 2011, 14(1): 13 - 17.  
Lu Jing, Cao Guohua, Tang Xiaowo. Stock pricing between segmented capital markets under heterogeneous beliefs and short sale constraint [J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2011, 14(1): 13 - 17. (in Chinese)
- [14] Jeanne O, Rose A K. Noise trading and exchange rate regimes [J]. *The Quarterly Journal of Economics*, 2002, 117(2): 537 - 569.

- [15] Bauer C , Herz B. Technical trading and the volatility of exchange rates [J]. *Quantitative Finance* , 2004 , 4( 4) : 399 – 416.
- [16] Bauer C , Herz B. Technical trading , monetary policy , and exchange rate regimes [J]. *Global Finance Journal* , 2005 , 15: 281 – 302.
- [17] Olivier D. Exchange rate volatility and noise traders: Currency transaction tax as an eviction device [J]. *Economics Bulletin* , AccessEcon , 2009 , 29( 3) : 2449 – 2464.
- [18] Bauer C , Herz B. Noise , Exchange Rate Trend and Volatility: Theory and Empirical Evidence [M]. University of Bayreuth Press , 2001.
- [19] Juanyi Xu. Noise traders , exchange rate disconnect puzzle and tobin tax [J]. *Journal of International Money and Finance* , 2010 , 29: 336 – 357.
- [20] 卢 明 , 王国林. 我国远期外汇市场定价问题分析 [J]. *世界经济与政治论坛* , 2006 , ( 4) : 45 – 50.  
Lu Ming , Wang Guolin. Pricing analysis of forward exchange market in China [J]. *Forum of World Economics & Politics* , 2006 , ( 4) : 45 – 50. ( in Chinese)
- [21] 安德瑞·史莱佛. 并非有效的市场——行为金融学导论 [M]. 北京: 中国人民大学出版社 , 2003.  
Andrei Shleifer. Inefficient Markets: An Introduction to Behavioral Finance [M]. Beijing: Renmin University of China Press , 2003. ( in Chinese)
- [22] Allen H , Taylor M P. Chartist , noise and fundamentals in the London foreign exchange market [J]. *Economic Journal* , 1990 , 100: 49 – 59.

## Partial U-shaped curve of forward exchange rate volatility

LI Xiao-ping<sup>1</sup> , WU Chong-feng<sup>2</sup>

1. China Lixin Risk Management Institute , Shanghai Lixin University of Commerce , Shanghai 201620 , China;
2. Antai College of Economics & Management , Shanghai Jiao Tong University , Shanghai 200052 , China

**Abstract:** From the perspective of heterogeneous trader behaviors , the paper constructs a model of forward exchange rates , which includes rational traders and noise traders , and analyzes the characteristics of volatility curve of forward exchange rates in equilibrium. Then , based the model , we apply the method of curve fitting to investigate the relationship between the volatility of RMB NDF exchange rates and expectation of premiums and discounts. The results show that it is a partial U-shaped curve relation , which is consistent with the conclusions of the theoretical model. The paper provides a theoretical explanation to volatility mechanism of forward exchange rates , and a new empirical basis for the central bank to smooth the exchange rates volatility.

**Key words:** heterogeneous traders; noise traders; expectation of premiums and discounts; volatility of forward exchange rates

附录:

### 1. 噪声交易的成本分析

当且仅当式 (10) 成立 , 噪声交易者将进入外汇市场. 假如噪声交易者不进入市场 , 期望效用为

$$E_{i,t}(U_{i,t} \setminus \varphi_{i,t} = 0) = 0 \quad (1-1)$$

因此 , 由式 (10) 可得

$$E_{i,t} \left[ \max_{d_{i,t}} E_{i,t}(d_{i,t} \rho_{t+1} - c_t) - \frac{\gamma_i}{2} \text{Var}_{i,t}(d_{i,t} \rho_{t+1}) \right] \geq 0 \quad (1-2)$$

将式(8)代入不等式(1-2)得

$$H_N \left[ \gamma_i \text{Var}_{i,t}(\rho_{t+1}) - \frac{c_i}{H_N} \right] \geq 0 \quad (1-3)$$

其中

$$H_N = \frac{[E_{i,t}^N(\rho_{t+1})]^2}{2[\gamma_i \text{Var}_{i,t}(\rho_{t+1})]^2} \geq 0 \quad (1-4)$$

由此得

$$\varphi_{i,t} = 1 \Leftrightarrow \gamma_i \text{Var}_{i,t}(\rho_{t+1}) - \frac{c_i}{H_N} \geq 0 \quad (1-5)$$

因此,可得到噪声交易者进入条件如下

$$\varphi_{i,t} = 1 \Leftrightarrow c_i \leq \frac{[E_{i,t}^N(\rho_{t+1})]^2}{2\gamma_i \text{Var}_{i,t}(\rho_{t+1})} \quad (1-6)$$

## 2. 远期汇率波动的分解

将式(12)等式两边求均值得

$$E_{t-1}(D_t) = \frac{E_{t-1}(\rho_{t+1})N_t + (E_{t-1}(\rho_{t+1}) + \theta_t(f_t - s_{t-1}))n_t}{\gamma v_{f,t}} \quad (2-1)$$

将式(12)与式(2-1)相减,代入式(2)得

$$f_{t+1} - E_{t-1}(f_{t+1}) = -\frac{n_t}{N_t}v_t + s_t - E_{t-1}(s_t) + \Delta r_t - E_{t-1}(\Delta r_t) \quad (2-2)$$

其中  $\Delta r_t = r_{t+1}^* - r_{t+1}$ .

将式(2-2)两边分别对  $t-1$  时刻的信息集  $F_{t-1}$  取方差即得式(14).

## 3. 远期外汇市场均衡条件的推导

令  $\bar{D} = E_{t-1}(D_t)$ , 变换(2-1)可得

$$E_{t-1}(\rho_{t+1}) + \theta_t(f_t - s_{t-1}) = \frac{\gamma v_{f,t} \bar{D} + \theta_t N_t (f_t - s_{t-1})}{N_t + n_t} \quad (3-1)$$

由式(14)可得

$$\frac{n_t}{N_t} = \sqrt{\frac{v_{f,t} - v_{\Delta r,t} - v_{s,t}}{\lambda v_{f,t}}} \quad (3-2)$$

将式(4)代入式(11)得

$$c_i \leq \frac{[E_{t-1}(\rho_{t+1}) + \theta_t(f_t - s_{t-1}) + v_t]^2}{2\gamma v_{f,t}} \quad (3-3)$$

将不等式(3-3)两边取均值得

$$\bar{c} \leq \frac{[E_{t-1}(\rho_{t+1}) + \theta_t(f_t - s_{t-1})]^2 + E_{t-1}(v_t^2)}{2\gamma v_{f,t}} \quad (3-4)$$

由于  $[v_t / (\sqrt{\lambda v_{f,t}})]^2 \sim \chi^2(1)$  因此  $E_{t-1}(v_t^2) = \lambda v_{f,t}$ .

将(3-1)和(3-2)代入不等式(3-4)得

$$\bar{c} \leq \frac{\lambda [\gamma v_{f,t} \bar{D} / N_t + \theta_t(f_t - s_{t-1})]^2}{2\gamma (\sqrt{\lambda v_{f,t}} + \sqrt{v_{f,t} - v_{\Delta r,t} - v_{s,t}})^2} + \frac{\lambda}{2\gamma} \quad (3-5)$$