

汇率动态的模拟分析

邓创, 张世伟

(吉林大学数量经济研究中心, 吉林 长春 130012)

摘要: 本文提供了一个基于主体的外汇市场模型, 用于对汇率动态进行模拟分析。外汇市场由大量异质的外汇交易主体组成, 每个主体应用技术分析和基本面分析的某种规则组合来形成对外汇市场的预期, 以此制定交易策略, 并通过遗传算法对其规则组合进行更新。模拟实验结果表明, 市场汇率与其基础值之间存在长期的协整关系; 市场汇率的变动性与交易量呈同期正相关。

关键词: 汇率; 技术交易规则; 基本交易规则; 遗传算法

中图分类号: F224.0

文献标识码: A

1 引言

汇率是国际金融市场决策中的一个至关重要的变量。三十多年来, 汇率行为一直是众多经济学家们的一个重要议题。然而许多经济学家认为, 按照一整套结构性的宏观经济变量建立起来的各种汇率模型都无法解释复杂的短期汇率行为。尤其是随着实时信息系统的发展和交易成本的下降, 外汇市场的日交易量和汇率水平的波动性都急剧增加, 并且外汇市场中包含的大量投机成分在提高了市场流动性和效率的同时, 也大大增加了汇率的波动性, 汇率的持续变动更无法从传统的宏观汇率模型得到解释。Flood 和 Taylor(1996)认为, 宏观汇率模型的根本缺陷在于其假设的前提条件, 如市场参与者同质; 公共信息、价格形成与交易制度无关等。汇率不仅受到宏观经济基本面的影响, 而且与公众预期、信息以及市场的微观结构也是密切相关的。

近年来, 一些学者提出用基于主体的方法建立外汇市场模型 (LeBaron, 2000)。这类模型通过在计算机上构建人工外汇市场, 并应用人工适应主体 (Artificial Adaptive Agent, 简称主体) 技术模拟外汇交易主体的微观行为, 外汇市场动态是大量主体之间相互作用的结果。2001 年, 日本学者 Kiyoshi Izumi 等人用遗传算法建立了一个东京外汇市场的双边拍卖模拟模型, 该模型模拟了日元/美元市场中的阶段转变 (Phase Transition) 过程, 并对汇率收益的尖峰宽尾分布等特征进行了分析。Lawrenz (2003) 采用基于主体的方法构建了一个简单的汇率模型, 用于分析外汇市场的动力学, 该模型从市场的微观结构和经验观测出发, 复制了外汇市场中的一些经验事实, 如汇率的不平稳性、收益的宽尾分布等等。和传统的宏观汇率模型相比, 这类模型的特点在于: (1)充分体现了外汇交易主体之间的异质性, (2)着重分析了外汇市场中各个决策主体的行为及其相互影响, (3)强调了主体对价格与市场信息间的关系进行学习的动力学 (LeBaron, 2000)。因此, 基于主体的外汇市场模型是研究复杂的汇率行为的有效工具, 它有助于我们进一步理解外汇市场的动力学。

本文将在借鉴国外模型有益思想的基础上, 研制一个基于主体的外汇市场模型, 用于分析复杂市场汇率的行为动力学以及市场汇率波动与交易量之间的关系。根据外汇市场的现实特征, 我们的模型主要集中于对投机交易的考察, 其中大量异质的外汇交易主体通过技术和基本交易规则的某种组合来帮助进行投资决策, 并且由于交易者总是期望利润最大或损失最小, 他们将通过模仿、交流和创新三种学习机制来更新规则组合。本文将首先描述模型中作为主体决策依据的技术交易规则和基本交易规则, 然后描述外汇主体行为, 最后对部分模拟实验结果进行理论分析。

2 技术交易规则与基本交易规则

外汇市场的大多数交易来自于短期的投机交易，而和国际贸易与风险管理相关的企业交易相对来说显得不太重要（BIS, 1999）。为了从现实的角度模拟外汇市场，我们主要对交易者的投机行为进行描述，并假定企业交易只是伴随外部“消息”的到达而简单成比例变化。

Taylor 和 Allen (1992) 通过调查发现，大部分投机者在制定投资策略时仅仅依赖于一些相当简单的技术交易规则（Technical Trading Rules）和基本交易规则（Fundamental Trading Rules）。为简单起见，在我们的模型中，假定外汇市场中的每个投机交易者都根据六条技术交易规则和六条基本交易规则进行投资决策，并且每条规则的权重对不同主体而言存在差异，即对不同主体认为它们的重要性程度是不同的，例如，某些主体可能主要依靠技术分析进行决策，而另外一些可能更偏向于基本面分析。在每一期，主体首先根据自己的规则组合，对历史价格信息和获得的外部“消息”进行分析，形成对下一期汇率价格的预期，然后根据这一预期来作出投资决策，市场在平衡所有交易者的标价和交易数量之后得出市场的实际汇率。这与实际外汇市场交易是一致的。

大多数外汇交易者在制定交易策略的过程中应用了技术交易规则（Neely, 1996），它通过历史价格来推断未来价格的趋势。外汇交易者依据技术交易规则能够制定出成功的交易策略，是由于：(1) 资产价格变动是有趋势的；(2) 资产价格对基本供求反应迟钝；(3) 历史会重演。在我们的模型中，每个主体都拥有六条简单的技术交易规则，其中包括三条移动平均规则（Moving Average Rule）和三条滤波器规则（Filter Rule），它们是在实际交易中被应用的最广泛的两种规则（Neely, 1997）。移动平均规则表示如下：

$$IF \frac{1}{m} \sum_{i=t-1}^{t-m} s_i > \frac{1}{n} \sum_{i=t-1}^{t-n} s_i \quad THEN \quad 1 \text{ (产生升值预期)} \quad ELSE \quad -1 \text{ (产生贬值预期)}$$

其中 s_i 为第 i 期的即期汇率， $m < n$ ，它表示当近 m 期的平均汇率大于近 n 期的平均汇率时，则交易者预期汇率将继续上升，反之亦然。

滤波器规则表示为：

$$\begin{cases} IF \quad s_{t-1} > (1+r\%) \times \max(s_{t-2}, \dots, s_{t-k-1}) \quad THEN \quad 1 \text{ (产生升值预期)} \\ IF \quad s_{t-1} < (1-r\%) \times \min(s_{t-2}, \dots, s_{t-k-1}) \quad THEN \quad -1 \text{ (产生贬值预期)} \end{cases}$$

其中， r 为滤波器规模。它表示上一期的汇率若超出近 k 期来的最大汇率 $r\%$ 时，则交易者预期汇率将上升，当上一期汇率低于近 k 期的最小汇率 $r\%$ 时，则预期汇率下降。

应用基本交易规则进行决策分析的理论依据是长期内汇率将收敛于汇率的基础值（Fundamental Value）。汇率偏离其基础值越多，则向基础值回归的可能性越大。模型中假设汇率的基础值 S_t^f 的变化仅仅取决于“消息” ε_t 的到达 (Lawrenz, 2003):

$$\ln(S_t^f) = \ln(S_{t-1}^f) + p\varepsilon_t \quad (1)$$

假定“消息” $\varepsilon_t \sim i.i.d \quad N(0, \sigma_1^2)$ ，其中 σ_1 为常数。随机变量 p 以概率 0.2 为 1，以概率 0.8 为 0。因此，市场中的外部“消息”平均每隔 5 期到达一次。当然，主体在“消息”的认知过程中可能会犯一些暂时性的错误，假定主体 i 在 t 期对汇率的基础值的预期 $s_{t,i}^f$ 为：

$$\ln(s_{t,i}^f) = \ln(S_t^f) + \delta_t \quad (2)$$

其中误差 $\delta_t \sim i.i.d \quad N(0, \sigma_2^2)$ ， σ_2 为常数。

在预测出汇率的基础值之后，主体可以根据过去的价格和预测的基础值来预期未来价格的走向。模型中也有两类基本交易规则，第一类基本交易规则表示如下：

$$IF \quad s_{t-i} > S_{t-i}^f, i = 1 \dots k \quad THEN \quad -1 \text{ (产生贬值预期)} \quad ELSE \quad 1 \text{ (产生升值预期)}$$

它表示当过去 k 期以来的市场汇率持续大于基础值时，将预期汇率下降，反之则上升。第二类基本交易规则表示为：

$$\begin{cases} IF & s_{t-1} > (1+r\%) \times s_{t,i}^f & THEN & -1 & (\text{产生贬值预期}) \\ IF & s_{t-1} < (1-r\%) \times s_{t,i}^f & THEN & 1 & (\text{产生升值预期}) \end{cases}$$

它表示上期汇率超出本期预期的基础值 $r\%$ 时，将预期汇率下降，上期汇率低于本期预期的基础值 $r\%$ 时则预期汇率上升。表 1 列出了模型中主体所应用的 12 条规则参数。

表 1 规则参数

技术交易规则						基本交易规则					
移动平均规则			滤波器规则			第一类基本交易规则			第二类基本交易规则		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$m=1$	$m=1$	$m=5$	$k=5$	$k=5$	$k=5$						
$n=5$	$n=10$	$n=10$	$r=0.5$	$r=1$	$r=2$	$k=1$	$k=5$	$k=10$	$r=0.5$	$r=1$	$r=2$

3 外汇主体行为

模型中的每个主体都是持有有一定外汇的交易者，他们为赚取利润而改变外汇的持有规模。在每一期的开始，每个主体首先根据“消息”的到达形成对当期汇率基础值的预期，并结合历史价格数据对各条规则进行匹配。设 $x^k(t,i) \in \{-1,0,1\}$ 为主体 i 在第 t 期对规则 k 进行匹配的结果，显然，由于历史价格信息的公开性，不同主体的部分规则匹配结果可能相同。尽管如此，不同主体的权重表却是不同的，它由所有规则的重要性程度构成，体现了不同主体在知识和经验上的差别。模型中，我们假定第 t 期规则 k 对于主体 i 的重要性程度为 $w_{i,k}(t) \in \{0, 0.05, 0.1, 0.15, 0.2, 0.25, 0.5, 1.0\}$ 。

完成规则匹配之后，每个主体根据自己的权重表 $w_{i,k}(t)$ 和规则匹配结果 $x^k(t,i)$ 来预测当期的汇率变化：

$$E_i[\Delta \ln(s_t)] \equiv a \times \left(\sum_{k=1}^{12} w_{i,k}(t) \cdot x^k(t,i) \right) \quad (3)$$

其中 a 是比例系数，该值根据“消息”的冲击与汇率波动的比率来确定。

用主体 i 的预测方差来表示汇率预测的可信度，根据升值因素和贬值因素之差来计算：

$$Var_i[\Delta \ln(s_t)] \equiv 1 / \sqrt{|(wx_+)^2 - (wx_-)^2|} \quad (4)$$

其中 wx_+ 表示所有大于 0 的 $x^k(t,i) \times w_{i,k}(t)$ 项之和， wx_- 表示所有小于 0 的 $x^k(t,i) \times w_{i,k}(t)$ 项之和。 wx_+ 意味着升值因素影响之和， wx_- 意味着贬值因素影响之和。因此，方差越大，预测的可信度越低，反之亦然。

每个主体将根据自己的预测结果来决定其交易策略，即减少或增加外汇持有量。这一过程是通过最大化主体预期收益的效用函数来实现的。设 q_i^t 为 t 期主体 i 所持有的外汇数量，则主体 i 以本币衡量的期望收益 $\tilde{P}_i(t)$ 可由下式计算得出：

$$\tilde{P}_i(t) = \frac{s_t - s_{t-1}}{s_{t-1}} q_i(t) = (\exp(\ln s_t - \ln s_{t-1}) - 1) \cdot q_i(t) \approx \Delta \ln(s_t) \cdot q_i(t) \quad (5)$$

进一步假定所有主体具有相同形式的效用函数：

$$U(\tilde{P}_i(t)) = -\exp(-\alpha\tilde{P}_i(t)) \quad (6)$$

其中， $\alpha > 0$ 表示风险厌恶程度，不同主体之间的风险厌恶程度存在差异。当期望收益 $\tilde{P}_i(t)$ 服从正态分布 $N(E(\tilde{P}_i(t)), \text{Var}(\tilde{P}_i(t)))$ 时，由 Taylor 展开式计算可得：

$$\ln(-E[U(\tilde{P}_i(t))]) = -\alpha E[\tilde{P}_i(t)] + \frac{1}{2}\alpha^2 \text{Var}[\tilde{P}_i(t)] \quad (7)$$

将 (5) 式代入 (7) 式，得出：

$$\ln(-E[U(\tilde{P}_i(t))]) = -\alpha E[\Delta \ln(s_t)]q_i(t) + \frac{1}{2}\alpha^2 \text{Var}[\Delta \ln(s_t)](q_i(t))^2 \quad (8)$$

上式中的第一项为期望收益，第二项为风险。因此，这一等式表明每个主体都最大限度地增加收益和降低风险。对 (8) 式求一阶微分，可解得最大化期望效用的外汇持有量 $q_i^*(t)$ 为：

$$q_i^*(t) = \frac{1}{\alpha} \frac{E_i[\Delta \ln(s_t)]}{\text{Var}_i[\Delta \ln(s_t)]} \quad (9)$$

为了能达到该最优持有量，主体将在现有外汇持有量 $q_i(t-1)$ 的基础上订购如下数量的外汇资产：

$$\Delta q_i^*(t) \equiv q_i^*(t) - q_i(t-1) \quad (10)$$

如果 $\Delta q_i^*(t) > 0$ ，则主体预定要购买外汇，即提交一个投标。由于本期的实际汇率 s_t 尚未确定，因此每个买方主体将预测以 $\exp(\ln(s_{t-1}) + E_i[\Delta \ln(s_t)])$ 作为交易结果。如果实际汇率低于其预测汇率，即当 $s_t \leq \exp(\ln(s_{t-1}) + E_i[\Delta \ln(s_t)])$ 时，则买方主体将愿意并最终购买该最优订购量 $\Delta q_i^*(t)$ 的外汇。如果实际汇率高于其预测汇率，则买方主体认为该交易将造成损失而放弃交易。

如果 $\Delta q_i^*(t) < 0$ ，则主体将预定要售出外汇。和买方主体类似，如果实际汇率高于其预测汇率，即当 $s_t \geq \exp(\ln(s_{t-1}) + E_i[\Delta \ln(s_t)])$ 时，卖方主体将愿意并最终出售该最优订购量 $\Delta q_i^*(t)$ 的外汇。如果实际汇率低于其预测汇率，则卖方主体认为该交易将造成损失而放弃交易。

在提交订购请求后，市场将所有主体的订购信息汇总即可得出所有主体的累计需求曲线和累计供给曲线。两条曲线中需求量与供给量相等的点即确定为均衡汇率点。所有主体的累计需求曲线：

$$DD_t(x) = \sum_{i \in I_x^D} \Delta q_i^*(t), \quad (I_x^D \equiv \{i : \Delta q_i^*(t) > 0 \text{ AND } \exp(\ln(s_{t-1}) + E_i[\Delta \ln(s_t)]) \geq x\}) \quad (11)$$

所有主体的累计供给曲线：

$$SS_t(x) = \sum_{i \in I_x^S} \Delta q_i^*(t), \quad (I_x^S \equiv \{i : \Delta q_i^*(t) < 0 \text{ AND } \exp(\ln(s_{t-1}) + E_i[\Delta \ln(s_t)]) \leq x\}) \quad (12)$$

除主体产生的需求和供给外，还有前文提及的少量企业需求和供给，我们假定它们与“消息”的到达成简单比例关系，因此它仅仅导致需求或供给曲线发生微小的平移。当市场上总需求量等于总供给量时，人工市场的实际汇率即被确定：

$$s_t = x^* \quad (DD_t(x^*) + SS_t(x^*) + \lambda \cdot p \varepsilon_t = 0) \quad (13)$$

其中 λ 为参数，表示“消息”与它所引起的需求或供给的比率。

最后，具有较高（低）预期汇率的买方（卖方）执行了他们的预定交易并最终持有最优数量的外汇，而其他不能执行预定交易的主体则继续持有原来的外汇数量：

$$q_i(t) = \begin{cases} q_i^* & , \quad IF \quad i \in I_x^S \cup I_x^D \\ q_i(t-1), & ELSE \end{cases} \quad (14)$$

由于主体总是期望利润最大或损失最小，因此当主体在交易中遭受损失或不满足得到的利益时，他将试图改变自己的策略，即调整各规则的重要性权重。这一过程主要通过向在交易中表现得更为出色的主体学习来实现。本文使用遗传算法模拟了这一学习过程，它被证明是一个描述学习行为的有用工具（Dawid，1999）。

首先，我们将主体的权重表表示成二进制串的形式，其中每条规则的权重 $w_{i,k}(t)$ 按照以下形式进行转换：
$$\begin{pmatrix} 0 & 0.05 & 0.1 & 0.15 & 0.2 & 0.25 & 0.5 & 1.0 \\ \Downarrow & \Downarrow \\ 000 & 001 & 010 & 011 & 100 & 101 & 110 & 111 \end{pmatrix}$$

于是，每个主体的规则组合（12 条规则的权重表）被表示成一个 36 位的染色体，即长度为 3×12 的二进制串。例如，主体 i 和主体 j 的规则权重表为：

主体 i: 0.5, 0.25, 1.0, 0.1, 0.2, 0, 0.15, 0.15, 0.5, 0.25, 0.25, 0.5

主体 j: 0.25, 0.15, 0, 0.1, 0.1, 0.5, 0.1, 0.25, 0.25, 0.5, 1.0, 0.05

将它们转换成对应的二进制形式：

染色体 i: 110 101 111 010 100 000 011 011 110 101 101 110

染色体 j: 101 011 000 010 010 110 010 101 101 110 111 001

其次，为每个主体的规则组合确定适应值度量函数，它表示该规则组合的赢利能力。主体 i 的规则组合在第 t 期的适应值 $F(i,t)$ 根据最近 5 期所获取的利润来计算：

$$F(i,t) = \sum_{j=0}^4 [(q_i(t-j) - q_i(t-j-1)) \cdot (s_{t-j} - s_{t-j-1})] \quad (15)$$

然后，我们通过选择、交叉和突变这三种基本遗传算子来模拟主体之间的学习交互机制。通过选择算子可以将一些赢利能力较差的规则组合“淘汰”，而将适应值较高的规则组合继续保留到下一期，为了防止重复选择和过早收敛，我们采用了锦标赛选择算子（Mitchell，1996）。主体以 0.7 的概率从当前种群中随机选择一对规则组合，并从中选取适应值较大者作为新的规则组合，即模仿成功的策略；以 0.3 的概率继承原有的规则组合。接下来，主体以 0.3 的概率进行交叉，即和它邻近的主体交换部分信息，例如，将前面例举的主体 i 和主体 j 应用交叉算子，随机地选择交叉位置，假设为 6，则交叉结果为：

染色体 i: 101 011 111 010 100 000 011 011 110 101 101 110

染色体 j: 110 101 000 010 010 110 010 101 101 110 111 001

完成交叉之后的主体 i 和主体 j 所对应的规则权重表分别为：

主体 i: 0.25, 0.15, 1.0, 0.1, 0.2, 0, 0.15, 0.15, 0.5, 0.25, 0.25, 0.5

主体 j: 0.5, 0.25, 0, 0.1, 0.1, 0.5, 0.1, 0.25, 0.25, 0.5, 1.0, 0.05

通过交叉算子，新的规则组合继承了原规则组合的某些特性，从更广泛的意义上而言，这可以看作是一个交流学习的例子。最后，主体以 0.003 的概率对其规则组合应用突变算子，即随机地改变某条规则的重要性权重，例如对前面交叉后的主体 i 应用突变算子，同样随机地选择突变位置，假设

为 9，则突变算子将第 9 位“1”突变为“0”：

突变前的染色体 i: 101 011 111 010 100 000 011 011 110 101 101 110

突变后的染色体 i: 101 011 110 010 100 000 011 011 110 101 101 110

突变的结果是主体 i 的规则权重表发生了变化：

主体 i: 0.25, 0.15, **0.5**, 0.1, 0.2, 0, 0.15, 0.15, 0.5, 0.25, 0.25, 0.5

这一过程的发生可解释为决策失误或试图发现更好的新策略。

至此，我们已经模拟了一期的市场行为，各主体的新规则组合将保留到下一期，开始新一轮市场行为。

4 模拟实验与结果分析

我们用 C++ 语言在微机上实现了这一模型，外汇市场由 1000 个交易主体组成。以下我们对模型 1000 期的运行结果进行简单分析。

图 1 描述了 1000 期市场汇率及其基础值的模拟动力学。对所有交易者而言，技术交易规则总是产生某种买（卖）的信号，导致过量的外汇需求（供给），使得市场汇率进一步偏离基础值，但这一趋势将受到基本交易规则的制约，市场汇率越偏离其基础值，向基础值回归的力量越大。因此从长期来看，市场汇率将追随其基础值的运动趋势。规则组合的时间序列有助于我们进一步理解复杂的汇率动力学，图 2 显示了技术交易规则所占权重的 1000 期变动情况，当市场中技术交易规则的权重急剧增加时（如 260 期、324 期、507 期、691 期、886 期等），产生了一个较大的自我实现的预测趋势，使得市场汇率高度偏离其基础值。但由于基本交易规则的作用，这一过程不会长期持续下去，随着偏差的加大，向汇率的基础值回归的力量将最终使得趋势发生逆转。另外，从图 2 中可以看出，技术交易规则所占比例基本上处于 45% 到 60% 之间，并且大部分位于 50% 以上，这表明在存在大量投机交易的外汇市场中，技术分析虽然得到了广泛的应用，但基本面分析的作用同样不容忽视。

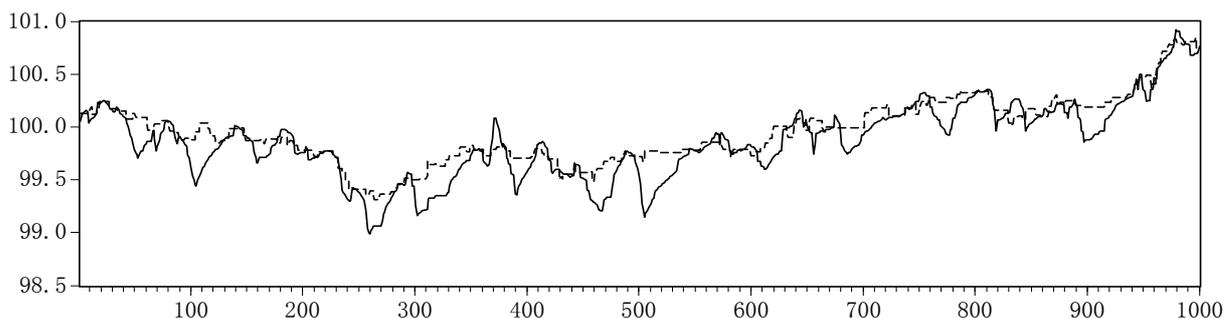


图 1 市场汇率（实线）和汇率的基础值（虚线）1000 期动态

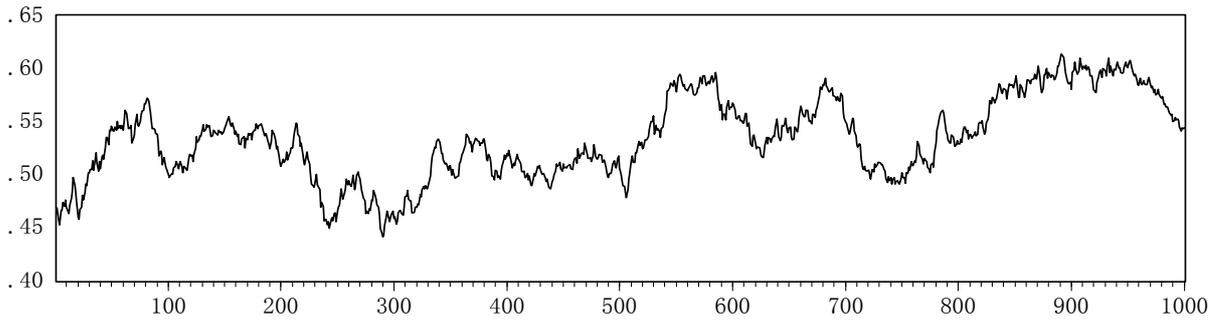


图2 技术交易规则所占比例1000期变动情况

一个著名的程式化事实是汇率时间序列存在单位根（Goodhart 等，1993）。我们对市场汇率与其基础值的1000期模拟结果进行了单位根检验，结果表明，市场汇率及其基础值均服从单位根过程（表2），汇率时间序列是非平稳的。进一步地，我们对这两个1阶单整的时间序列进行Johansen协整检验（表3），结果表明，市场汇率于其基础值至少存在一个长期的协整关系，即市场汇率在长期内将追随其基础值的运动趋势。

表2 单位根检验结果

序列	ADF 统计量	PP 统计量	1%临界值
S_t	-2.237059	-1.658353	-3.4397
ΔS_t	-11.12004*	-22.52640*	-3.4397
S_t^f	-0.066368	-0.097748	-3.4397
ΔS_t^f	-13.94360*	-32.69351*	-3.4397

注：*表示在1%水平上显著，右同

表3 Johansen 协整检验结果

原假设	$r=0$	$r \leq 1$
备选假设	$r \geq 1$	$r=2$
特征值	0.050541	0.000575
统计量	52.17593*	0.572095
1%临界值	16.31	6.51

注：r表示协整关系的个数

另一方面，市场汇率的不平稳性远远大于其基础值。虽然一个小概率的“消息”冲击足以产生复杂的汇率运动，但由于市场受大量投机行为支配，即便没有“消息”的到达，市场汇率也会由于噪声交易的存在而体现出高度的不稳定性。因此，外汇市场的不稳定性并非由外部“消息”的冲击单独引致，它至少可以部分内生地进行解释。Black（1986）认为，大量的小噪声事件对于市场的流动性而言是必要的。因此，外汇市场的高交易量不仅仅来自于交易者之间的信息差异，而更多的来自于主体之间信念的差异。

在绝大多数金融市场中，价格变化的绝对值和交易量存在显著的同期正相关关系（Chae-Shick Chung等，2003）。我们的模拟结果验证了这一事实，在上述的实验中，汇率变化的绝对值和交易量之间的相关系数为0.168019。为了作出进一步的分析，我们进行了反复实验，每次都通过调整模型参数（如风险厌恶程度的差别等）来改变主体之间的差异程度。结果表明，当主体之间的差异越小时，该相关系数越小，反之越大。这一结果同样可以通过主体之间的差异来得到解释。首先，模型中主体对同一“消息”的解释方式互不相同，因此他们对汇率的基础值的预期存在差别；其次，主体拥有不同的规则组合，每条规则带来的信息对他们的重要性程度是不同的。当所有信息的累积冲击有利（不利）时，主体将大大提高（降低）他们对高收益的期望概率。我们进一步把这些主体大致分成两组，其中前一组认为所有信息的累积冲击是有利的，并因此而提高对外汇资产的估价并愿意持有，后一组正好相反。显然，交易量的大小一方面取决于信息累积冲击的大小，另一方面取决于两组主体力量之间的均衡程度。当价格变化的幅度越大时，规则所带来的信息累积冲击越大，因而每笔交易的数额也就越大，而当主体之间的差异越大时，具有相反期望的两组力量越平均，因

而交易发生的概率也就越大。模拟实验结果与Harris(1993)提出的观念差异模型在理论上达成一致。

5 结论

本文提出了一个基于主体的外汇市场模型，模型中大量异质的外汇交易主体使用技术交易规则与基本交易规则的不同组合来制定其投资策略，并采用遗传算法根据主体近期的获利情况对规则组合进行更新。

模型能够复制外汇市场的一些经验事实。首先，市场汇率及其基础值的模拟时间序列均服从单位根过程，并且市场汇率的非平稳性远远大于其基础值的非平稳性，复杂的市场汇率行为不仅仅来自外部“消息”的冲击，更多的来源于内部预期的差异，特别是主体规则组合的进化，但由于基本交易规则的作用，市场汇率从长期来看追随其基础值的运动趋势。其次，市场汇率波动和交易量之间呈同期正相关，这一特征可以由模型主体之间的差异得到解释，并且主体之间的差异越大，该正相关性越为明显。模拟实验结果与汇率理论和实际达到定性一致。

参考文献:

- [1] BIS. *Central bank survey of foreign exchange and derivatives market activity*, Basle [M].1999.
- [2] B. LeBaron. Agent based computational finance: Suggested readings and early research [J]. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 2000, 24, pp.679-702.
- [3] Chae-Shick Chung and Sangyong Joo. Trading volume and volatility using high frequency [M], *Australasian Meeting of the Econometric Society*, 2003, May.
- [4] C. Goodhart, P. McMahon and Y.Ngama. Testing for unit roots with very high frequency spot exchange rate data [J], *Journal of Macroeconomics*, 1993, 15, pp.423-438.
- [5] C. Lawrenz and F. Westerhoff. Modeling exchange rate behavior with a genetic algorithm [J], *Computational Economics*, 2003, 21, pp.209-229.
- [6] C. Neely, P. Weller and R. Dittmar. Is Technical Analysis in the Foreign Exchange Market Profitable?: A Genetic Programming Approach [EB/OL], <http://research.stlouisfed.org/wp/1996/96-006.pdf>, 1996.
- [7] C. Neely. Technical analysis in the foreign exchange market: A layman's guide [J], *Federal Reserve Bank of St. Louis Review*, 1997, 79, pp.23-38.
- [8] F. Black. Noise [J], *Journal of Finance*, 1986, 41, pp.529-543.
- [9] H. Dawid. Adaptive learning by genetic algorithms[M]. Springer. 1999.
- [10] Kiyoshi Izumi and Kazuhiro Ueda. Phase transition in a foreign exchange market—Analysis based on an artificial market approach [J], *IEEE Transactions on Evolutionary Computation*, 2001, 5. pp.456-470.
- [11] M. Harris and A. Raviv. Differences of opinion make a horse race [J]. *Review of Financial Studies*, 1993, pp.473-506.
- [12] M. Mithell. An introduction to genetic algorithms [M]. MIT Press. 1996.
- [13] M. Taylor and H. Allen. The use of technical analysis in the foreign exchange market [J]. *Journal of International Money and Finance*, 1992, 11, pp.304-314.
- [14] R. Flood and M. Taylor. “Exchange Rate Economics: What's Wrong with the Conventional Macro Approach?,” [J] in Jeffrey A. Frankel, Giampaolo Galli, and Alberto Giovannini, eds.

The Microstructure of Foreign Exchange Markets. Chicago: University of Chicago Press for the NBER. 1996.

Simulation and Analysis of Exchange Rate Dynamics

Deng Chuang, Zhang Shiwei

(Center for Quantitative Economics, Jilin University, Changchun, 130012, China)

Abstract: This paper provides an agent-based model of foreign exchange market to simulate and analyze the exchange rate dynamics. The foreign market consists of many heterogeneous agents, which make their trading strategies relying on a mix of technical and fundamental trading rules. Agents update their mix of rules by genetic algorithm learning. The experimental result shows: the exchange rate will follow its fundamental value in the long run; there is a contemporaneously positive correlation between the trading volume and volatility.

Key words: exchange rate, technical trading rules, fundamental trading rules, genetic algorithm.

收稿日期: 2004-05-11

基金项目: 教育部人文社会科学研究规划基金项目“宏观经济微观模拟与政策分析”(项目编号: 02JA790026); 教育部人文社会科学重点研究基地重大项目“宏观金融风险形成的微观机理”(项目编号: 02JAZJD790008)

作者简介: 邓 创 (1979-), 男, 湖南益阳人, 吉林大学数量经济研究中心博士研究生。张世伟 (1964-), 男, 吉林长春人, 吉林大学数量经济研究中心教授, 博士生导师, 经济学博士。