

DOI:10.13718/j.cnki.xsxb.2018.11.006

人民币汇率市场联动特征分析^①

彭选华

西南政法大学 经济学院, 重庆 401120

摘要: 融合 Copula 理论和 GARCH 有偏 T 模型, 构建了汇率波动的 t-Copula-DCC-GARCH-skewT 模型, 对中、美、欧 3 大经济体货币汇率 USD-CNY 和 EUR-USD 进行实证研究. 该模型能够捕捉到人民币汇率之间的动态相关性. 相关曲线展现了 3 大经济体在汇率制度上的阶段性联动特征, 表明中、美、欧等经济体货币汇率联动性有利于人民币国际化的汇率制度建设以及世界经济的共同治理和系统性风险防范.

关键词: 汇率制度; t-Copula-DCC-GARCH-skewT 模型; 动态相关性; 系统性风险度量

中图分类号: F830.9

文献标志码: A

文章编号: 1000-5471(2018)11-0030-05

2005 年以来, 浮动汇率制度成为以市场价格为基础的更为灵活的管理机制. 浮动区间扩大, 人民币国际化风险日益严重, 世界经济体互动能力日益增强. 金融全球化促使资本在全球范围内自由流动, 汇率市场联动效应越来越明显, 因此 USD-CNY 与 EUR-USD 的价格并不孤立. 汇率市场联动机制及其影响因素得到了学术界的持续研究^[1-8]. 总体而言, 已有研究缺少对美元、欧元、人民币之间的动态分析. 本文引入金融计量模型研究中、美、欧 3 大经济体货币之间的动态相关性, 目的在于发现人民币、欧元兑美元汇率的阶段性波动特征.

1 构建 t-Copula-DCC-GARCH-skewT 模型

在金融风险度量与管理研究中, 不同金融市场之间或者不同资产之间, 存在信息互动和风险相关. 这主要是由于价格波动的时变性、相关性、聚集性等特征^[9]. 因此同时对这些特征建模对汇率市场联动特征研究具有重要价值. 首先, 关于非线性相关性研究中, Copula 描述了随机变量间的相依结构模式^[10], Copula 理论表明 $k(k > 2)$ 元联合分布能分解为一个 Copula 函数和 k 个边际分布, 假设收益率 $r_i (i = 1, 2, \dots, N)$ 的边缘分布为 $u_i = F_i(\cdot)$, 那么存在 Copula 函数 C , 使得收益率的联合分布函数 $J(r_1, \dots, r_N) = C(F_1(r_1), \dots, F_N(r_N))$. 其次, 由于多元金融计量模型在参数估计、信息的分布假设等问题上存在众多局限性, 因此针对资产价格波动的复杂特征度量问题, Copula 理论融合 GARCH 模型衍生出结构简洁的 Copula-GARCH 类模型, 广泛应用于资产组合的风险度量与管理研究^[11-19]. 更重要的是单个汇率市场价格的收益率具有尖峰、厚尾、有偏性等复杂的分布特征, 多个市场汇率收益率之间的联动模式也具有非对称性等特征, 因此本文为研究人民币、美元、欧元之间的汇率市场联动特征而构建的 t-Copula-DCC-GARCH-skewT 模型结构设定为:

① 收稿日期: 2016-12-22

基金项目: 重庆市社会科学规划项目(2017YBGL151); 重庆市教育委员会人文社科研究项目(18SKGH006); 西南政法大学校级科研项目(2018XZQN-35).

作者简介: 彭选华(1981-), 男, 副教授, 博士, 主要从事随机精算模型、金融系统性风险量化分析研究.

$$\begin{aligned}
 r_{it} &= \mu_i + \sum_{k=1}^m a_{ik} r_{i,t-k} + \varepsilon_{it}, \quad (i = 1, 2, \dots, N) \\
 \varepsilon_{it} &= h_{it}^{1/2} z_{it}, \quad z_{it} \sim \text{SkewT}(\nu_i, \lambda_i) \\
 h_{it} &= \omega_i + \sum_{j=1}^q \alpha_{ij} \varepsilon_{it-j}^2 + \sum_{j=1}^p \beta_{ij} h_{it-j} \\
 (z_{1t}, \dots, z_{Nt}) &\sim C_\theta(F_1(z_{1t}), \dots, F_N(z_{Nt}) | I_{t-1})
 \end{aligned} \tag{1}$$

其中： $C_\theta(F_1, \dots, F_N | I)$ 为 t-Copula 函数； I_{t-1} 为 $t-1$ 时刻的信息集； $F_i(\cdot)$ 表示均值为 0、方差为 1 的 SkewT 分布，即 z_{1t}, \dots, z_{Nt} 服从 SkewT 分布。从而 t-Copula-DCC-GARCH-skewT 模型的边缘分布由 GARCH-Skew T 模型描述^[20]。为了显示多个变量随时间演化的动态相关性， $C_\theta(F_1, \dots, F_N | I)$ 中相关系数 $R_t = (\rho_{i,j,t})_{n \times n}$ 的演化方程 DCC 设定为

$$R_t = (1 - a - b)R + a\Psi_{t-1} + bR_{t-1} \tag{2}$$

其中： $0 \leq a \leq 1, 0 \leq b \leq 1, a + b \leq 1, -1 \leq \rho_{i,j,t} \leq 1, R = (\bar{\rho}_{i,j})_{N \times N} > 0, -1 \leq \rho_{i,j} \leq 1, \Psi_{t-1} = (\psi_{ij,t-1})_{N \times N}, \psi_{ij,t-1} = (\sum_{l=1}^m x_{i,t-l} x_{j,t-l}) (\sum_{l=1}^m x_{i,t-l}^2)^{-1/2} (\sum_{l=1}^m x_{j,t-l}^2)^{-1/2} (i, j = 1, 2, \dots, p)$ 表示 $\{x_{t-l}\}_{l=1}^m$ 之间的相关系数， $x_t = (F_{v_1}^{-1}(f_{v_1}(z_{1,t})), \dots, F_{v_N}^{-1}(f_{v_N}(z_{N,t})))$ 。

本文运用两阶段极大似然估计法(IMF)，分两步得到 GARCH-skewT 以及 t-Copula 函数的参数估计值。

2 实证研究

本节利用人民币兑美元以及欧元兑美元的汇率时间序列，拟合 t-Copula-DCC-GARCH-skewT 模型，研究中、美、欧经济体货币汇率之间的动态相关特征，并从制度视角诠释汇率之间的联动特征。

2.1 样本数据选取与分析

本研究利用银行间买卖报价数据，计算得到美元兑人民币以及欧元兑美元的汇率。数据采集区间选取为 2005 年 09 月 5 日到 2017 年 11 月 10 日期间周一到周五同步汇率的买入价和卖出价。为了分析美元兑人民币汇率，欧元兑美元汇率，约定符号 P_{it} 表示第 i 种汇率的收盘价， $r_{it} = 100 \times (\ln p_{it} - \ln p_{it-1})$ 表示汇率收益率。 r_{CNY} 代表美元兑人民币收盘价的收益率， r_{EUR} 代表欧元兑美元收盘价的收益率。图 1 绘制了 EUR, CNY 汇率价格及其收益率的时序图。

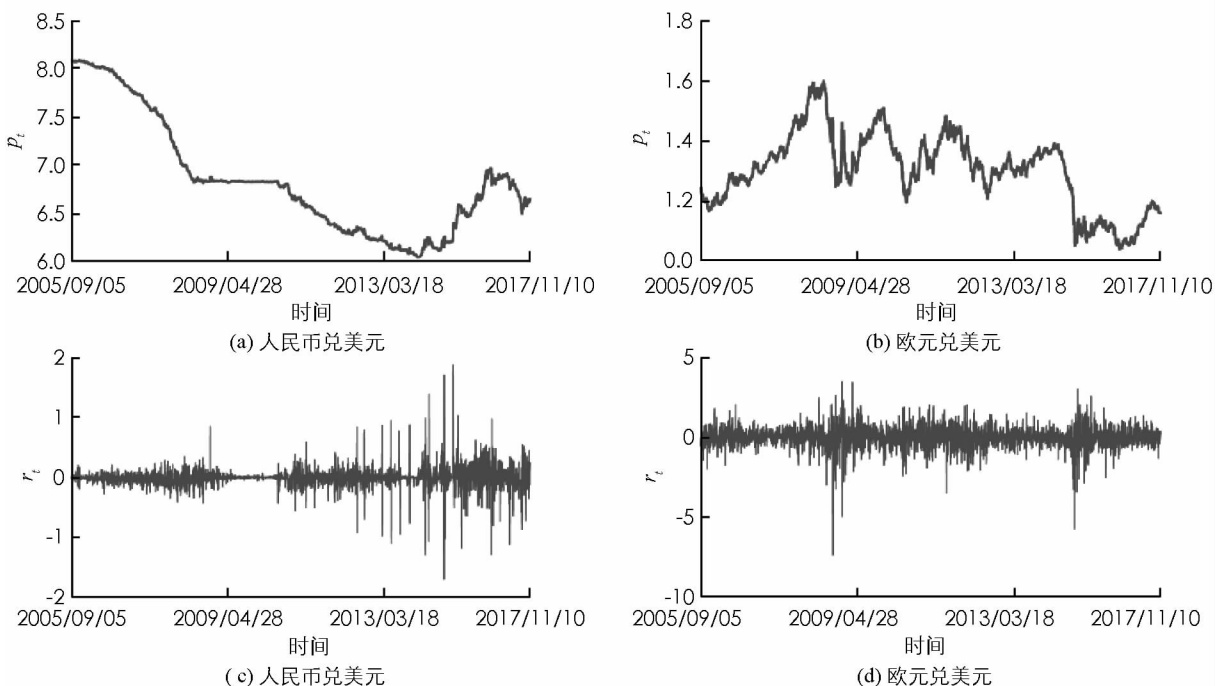


图 1 人民币、欧元兑美元汇率价格及收益率序列

由图 1 可见汇率波动的趋势特征: ① 样本期内 EUR 先上升后下降, 最后明显下降; ② CNY 呈现明显下降后上升, 这与我国汇率制度的阶段性改革有关. 我们还可看出汇率收益率的波动特征: ① 随着时间的变化, CNY 具有极其微弱的波动性, 而 EUR 总体上呈现出较大的波动频率, 从近期发展变化来看, CNY 仍然持续呈现出一定程度的下降状态, 而 EUR 出现上升趋势; ② 汇率收益率具有明显的波动聚集性, 这意味着在一段时间内大的收益率伴随着大的汇率波动, 小的收益率伴随着小的价格波动.

表 1 人民币、欧元兑美元汇率收益率的描述性统计分析

收益率	均值	标准差	偏度	峰度	AD 统计量	概率 P 值
r_{CNY}	-0.007 3	0.178 7	0.055 1	24.799 5	25.374	< 0.005
r_{EUR}	-0.002 8	0.690 2	-0.989 4	13.196 4	56.318	< 0.005

由人民币、欧元兑美元汇率收益率的描述性统计分析(表 1)可知: ① 偏度值都小于零, 峰度值都大于 10, 这表明汇率收益率具有明显的“尖峰厚尾”的左偏分布特征; ② AD 统计量都大于 20, 两者相差较大, 说明收益率分布差异较大, 不服从正态分布. 总体而言, GARCH-skewT 模型适合度量汇率随时间变化的波动特征.

2.2 样本选取与分析

本节依据模型(1)的结构, 对收益率建立模型分两步: 一是根据收益率的分布特征筛选最佳的 GARCH-skewT 模型拟合分布, 二是选择最优的 T-Copula-DCC 模型度量汇率之间的动态相关性. 表 2 是 r_{EUR} 和 r_{CNY} 的最佳拟合结果.

表 2 欧元兑美元汇率收益率、人民币兑美元汇率收益率 GARCH-SkewT 模型参数估计结果

参数名称	参数值	标准误差	T 统计量	参数名称	参数值	标准误差	T 统计量
μ_1	-0.003 6	0.001	-3.658 2	μ_2	0.009 3	0.010	0.976 1
ω_1	0.000 1	0.000	1.982 5	ω_2	0.002 3	0.001	2.575 8
α_1	0.215 9	0.030	7.259 4	α_2	0.033 3	0.005	6.284 9
β_1	0.784 1	0.036	21.508 0	β_2	0.961 8	0.005	182.606 7
ν_1	3.871 3	0.219	17.650 7	ν_2	5.179 3	0.553	9.361 8
λ_1	-0.020 3	0.015	-1.395 1	λ_2	-0.046 3	0.022	-2.148 7
AIC ₁	4 248.65			AIC ₂	4 727.321		
BIC ₁	4 213.37			BIC ₂	4 762.597		
LL ₁	-2 130.26			LL ₂	-2 357.66		
Time ₁ /s	3.86			Time ₂ /s	4.26		

表 2 显示 GARCH(1, 1)-SkewT 模型能较好拟合汇率收益率分布. 由于 t-Copula 函数可以较好地描述金融时间序列之间的尾部相依结构模式, 因此根据汇率收益的边缘分布模型的残差服从 SkewT 分布, 采用极大似然估计方法(IMF), 获得 t-Copula-DCC 的参数估值(表 3).

表 3 t-Copula-DCC 模型参数估计结果

参数	参数值	标准误差	T 统计量
θ	17.876 1	5.630	3.175 4
a	0.012 2	0.003	4.576 3
b	0.983 7	0.003	282.565 3
AIC	252.27	BIC	234.632
LL	-129.135	Time/s	24.16

综合表 2 和表 3 可知拟合效果较好,美元、欧元和人民币存在由二元 t-Copula-DCC-GARCH-skewT 模型驱动的动态相关关系.这是由于 3 大经济实体影响到货币汇率之间的动态相关特征.

2.3 中、美、欧货币汇率动态相关性分析及制度诠释

本节根据表 3 的参数结果及式(2)和 2005 年 7 月 25 日至 2017 年 3 月 15 日美元、欧元和人民币之间汇率的报价数据,计算得到欧元兑美元汇率和人民币兑美元汇率的时变相关系数的曲线(图 2).

由图 2 可知中、美、欧 3 大经济体的汇率市场联动特征如下:①在 2006 年 3 月份以前,动态相关系数几乎都在 $-0.2\sim 0$ 之间,人民币兑美元汇率和欧元兑美元汇率相关性较弱;②从 2006 年 7 月份开始,直至 2010 年 3 月份,人民币兑美元汇率和欧元兑美元汇率相关性较之前有明显的提高,动态相关系数介于 -0.4 至 -0.2 之间;③从 2011 年 11 月份以来,人民币兑美元汇率和欧元兑美元汇率相关性较之前有了极大提高,并且动态相关性随着时间保持相对稳定性;④从 2012 年 5 月份以来,人民币兑美元汇率和欧元兑美元汇率相关性有极大提高,随后动态相关性保持一定的单边波动持续至 2014 年底;⑤2015 年 8 月份以来,人民币兑美元汇率和欧元兑美元汇率存在负相关性,而且趋势下降十分明显.



图 2 欧元兑美元和人民币兑美元汇率波动的动态相关系数曲线

由此可见,3 大经济体的汇率制度改革存在重要的联动关系.根据我国汇率制度形成机制的阶段性变迁,对相关性的动态特征进行诠释,但排除政策时间滞后的影响分析如下:

2005 年 7 月以前,人民币汇率改革盯住美元策略,欧元兑美元汇率根据市场供求情况进行调整,两者相关性较小并且波动不大.

2005 年 7 月 21 日,人民银行改革人民币汇率形成机制,由盯住美元制改为以市场供求为基础,参考一篮子货币进行调节,采取有管理的浮动汇率制度.此次“汇改”目标是遵循主动性、可控性和渐进性原则,健全以市场供求为基础的人民币汇率形成机制.因此市场波动影响人民币兑美元汇率波动,从而与欧元兑美元汇率的相关性有了显著提高.

2010 年 6 月 19 日,根据世界经济形势,人民银行进一步推进人民币汇率形成机制改革,增强人民币汇率的弹性,继续对人民币汇率浮动进行动态管理和调节.这标志着人民币汇率形成机制进入了新阶段,人民币汇率波动将会更加剧烈.这已经很接近欧元区各国实行的欧元兑美元汇率的政策,从而导致人民币兑美元汇率和欧元兑美元汇率有了较强的联动性.

2012 年 4 月 14 日,根据世界经济复苏的良好趋势,人民银行决定银行间即期外汇人民币兑美元交易价浮动幅度由 0.5%增加至 1%.2014 年 3 月 15 日,人民银行再次决定人民币兑美元交易价浮动幅度由 1%扩大至 2%,即每日银行间即期外汇市场人民币兑美元的成交价可在中国外汇交易中心对外公布的当日人民币兑美元中间价上下 2%的幅度内浮动.外汇指定银行为客户提供当日美元最高现汇卖出价与最低现汇买入价之差不得超过当日汇率中间价的幅度由 2%扩大至 3%.这一阶段主要在于满足人民币入 SDR 篮

子,从而推进市场化进程的需要。

2015年8月11日,根据中国股市暴涨暴跌现状,为了防止热钱流出及系统性风险发生,人民银行进行了人民币中间价定价机制改革,使得中间价更充分地反映外汇市场供求情况,央行主要关注人民币兑美元中间价的相对稳定机制。此外,央行推出CFETS人民币汇率指数,明确了一篮子货币的含义和构成,改变以往市场只盯人民币兑美元的惯性思维,以市场供求为基础、参考一篮子货币进行调节、有管理的浮动汇率制度更加完善。

3 结束语

本文建立t-Copula-DCC-GARCH-skewT模型,运用两步极大似然方法(IFM)估计出人民币兑美元、欧元兑美元的汇率收益率满足的模型。研究结论是:该模型能够清晰反映出美元兑人民币汇率,欧元兑美元汇率的价格及收益率波动的时变特征,并能较好捕捉到中、美、欧汇市价格波动的时变特征;时变相关系数捕捉到了3大经济体的汇率动态相关性以及货币政策的阶段性联动特征;该模型还显示人民币汇率相关性随着时间有较大变化,并随着我国外汇政策的变化而变化。

本文汇市收益率联动模型中仅仅考虑了结构简单的边缘模型,还可以将描述非对称性、长记忆性、机制转移等特征的随机波动模型引入对人民币与美元汇率USD-CNY和欧元与美元汇率EUR-USD之间波动关系的理论研究。此外应用带有机制转移的波动率模型对中、美、欧汇率市场价格波动的联动分析及汇率制度改革时点的准确定位和预测是值得深入探究的后续问题。

参考文献:

- [1] 丁剑平,杨飞.人民币汇率参照货币篮子与东亚货币联动的研究[J].国际金融研究,2007(7):36-42.
- [2] 李 晓,丁一兵.人民币汇率变动趋势及其对区域货币合作的影响[J].国际金融研究,2009(3):8-15.
- [3] 周虎群,李育林.国际金融危机下人民币汇率与股价联动关系研究[J].国际金融研究,2010(8):69-76.
- [4] 伍 戈,裴 诚.境内外人民币汇率价格关系的定量研究[J].金融研究,2012(9):62-73.
- [5] 徐国祥,杨振建,郑 雯.人民币汇率指数编制及其与宏观经济变量的联动分析[J].统计研究,2014,31(4):39-50.
- [6] 吴丽华,傅广敏.人民币汇率、短期资本与股价互动[J].经济研究,2014,49(11):72-86.
- [7] 刘 林,孟 焯,杨 坤.结构变化、人民币汇率与我国股票价格——理论解释与实证研究[J].国际金融研究,2015(5):3-14.
- [8] 王 芳,甘静芸,钱宗鑫,等.央行如何实现汇率政策目标——基于在岸一离岸人民币汇率联动的研究[J].金融研究,2016(4):34-49.
- [9] 姜翔程,熊亚敏.基于GARCH族模型的我国股市波动性研究[J].西南师范大学学报(自然科学版),2017,42(2):115-119.
- [10] NELSEN R B. An Introduction to Copulas [M]. 2nd Ed. New York: Springer, 2007.
- [11] EMBRECHTS P, LINDSKOG F, MCNEIL F. Modeling Dependence with Copulas and Applications to Risk Management [M]//Rachev T S. Handbook of Heavy Tailed Distributions in Finance. Amsterdam: Elsevier, 2003.
- [12] ANE T, KHAROUBI C. Dependence Structure and Risk Measure [J]. Journal of Business, 2003, 76(3): 411-438.
- [13] JONDEAU E, ROCKINGER M. The Copula-GARCH Model of Conditional Dependencies: An International Stock Market Application [J]. Journal of International Money and Finance, 2006, 25(5): 827-853.
- [14] GENEST C, GENDRON M, BOURDEAU-BRIEN M. The Advent of Copulas in Finance [J]. European Journal of Finance, 2009, 15(7-8): 609-618.
- [15] 张尧庭. 连接函数(copula)技术与金融风险分析 [J]. 统计研究, 2002(4): 48-51.
- [16] 傅 强,伍习丽. 基于ARFIMA-WRBV-VaR的中国股市风险研究 [J]. 西南大学学报(自然科学版), 2013, 35(3): 9-14.
- [17] 韦艳华,张世英. 多元Copula-GARCH模型及其在金融风险分析上的应用 [J]. 数理统计与管理, 2007, 26(3): 432-439.

- [18] 彭选华, 傅 强. 基于 MCMC 算法的时变 Copula-GARCH- M-t 模型及组合风险预测 [J]. 数理统计与管理, 2013, 32(1): 180—190.
- [19] 彭选华. Copula 函数选择的小波方法 [J]. 西南大学学报(自然科学版), 2016, 38(8): 90—99.
- [20] PATTON A J. Modelling Asymmetric Exchange Rate Dependence [J]. International Economic Review, 2006, 47(2): 527—556.

Dynamic Correlation Analysis of RMB Exchange Rate Market

PENG Xuan-hua

School of Economics, Southwest University of Political Science and Law, Chongqing 401120, China

Abstract: With the global economic growth mechanism of regional metastases, RMB internationalization level enhances unceasingly, which makes the study of exchange rate fluctuations in the price of nonlinear correlation has important significance. This paper connects copula with GARCH model, and builds t-Copula-DCC- GARCH-skewT model to the empirical research on the exchange rate of RMB, USD-CNY and EUR-USD. The results show that 1) our model can capture the potentially dynamic correlations between exchange rates in China, US and Europe; 2) the dynamic correlation curve shows that the three major economies have linkage characteristics on the exchange rate. In turn, it can help to measure accurately regional investment risk, and be also helpful for the construction of China's capital market internationalization.

Key words: exchange rate volatility; t-Copula-DCC-GARCH-skewT model; dynamic correlation; systemic risk measurement

责任编辑 张 桢