

汇改后汇市与沪深股市动态相依结构分析

张平 胡根华 孟晓

(西华大学后勤管理处 成都 610041 西南财经大学经济信息工程学院 成都 611130

南京财经大学产业发展研究院 南京 210046)

【摘要】 本文首先运用超位相关系数和分位数相依系数考察汇改后人民币汇率市场与沪深股市尾部间的非对称关系,然后选取合适的 Copula-AR-GJR-t 模型研究汇改后人民币汇率与上证综指、深证成指之间的非线性动态相依性及可能存在的“杠杆效应”。研究表明,汇改后人民币汇率市场与沪深股市之间并不存在明显的非对称性,且人民币汇率市场和深市均存在一定的负杠杆效应。另外,人民币汇率市场与沪深股市之间存在负的相依性结构。

【关键词】 汇率 股价 动态相依 Copula-AR-GJR-t 模型

一、引言

2005年7月21日,中国人民银行公布美元兑人民币的官方汇率由8.27变为8.11,这意味着中国开始实行以市场供求为基础、参考一篮子货币、有管理的人民币浮动汇率政策。随后,人民币升值的步伐不断加快。汇改后,由于人民币汇率的浮动弹性较大,这使得中国对外贸易和投资等领域面临着更大的不确定性风险,影响中国实体经济的发展。证券市场是实体经济的“晴雨表”,因而研究汇改后人民币汇率与中国证券市场之间的非线性动态相依关系,具有较强的现实意义。

在相依性研究上,基于 Copula 理论的相依性分析法受到许多学者的青睐。Sklar(1959)首次提出 Copula 概念,并系统地阐述了 Copula 理论。此后,Copula 函数被应用到许多领域,如金融市场间相依性、资产定价和风险管理等方面。根据这一理论,很多学者构造了多个金融市场联合分布的相依性模型。由于金融序列收益率之间往往存在时变相依性,这使得构建动态 Copula 模型成为必要。动态 Copula 模型的一项应用研究,就是探讨国际货币市场之间的相依性结构,从而为资产投资组合、套期保值和风险管理提供决策参考。

本文主要内容包括:第一,在张兵等(2008)研究的基础上,运用 DCC Copula 模型研究汇改后汇市与股市之间的动态相依性结构;第二,采用超位相关系数和分位数相依系数研究相依性问题,可以比较该方法与 Copula 方法之间所具有的优势性;第三,构建 AR-GJR-t 模型,研究了汇改后人民币汇率市场可能存在的“杠杆效应”。

二、理论模型

1. ARMA-GJR 模型。多数金融时序数列都存在自相关条件异方差、尖峰厚尾等特征,因此本文采用 IFM 估计方法,并利用 AIC 和 BIC 信息准则,选择 AR(p)-GJR(1,1)-t 模型对原始收益率进行过滤,定义为:

$$r_{i,t} = c_i + \alpha_{i,i} \cdot r_{i,t-1} + \varepsilon_{i,t}, i = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

$$h_{i,t} = \omega_i + \varphi_i \cdot \varepsilon_{i,t-1}^2 + \delta_i I[\varepsilon_{i,t-1} < 0] \varepsilon_{i,t-1}^2 + \theta_i h_{i,t-1} \quad (2)$$

$$y_{i,t} = \varepsilon_{i,t} / \sqrt{h_{i,t}} \sim t(\eta_i) \quad (3)$$

式中: $y_{i,t}$ 是过滤后的独立同分布,满足 $E(y_{i,t}|I_{t-1}) = 0$, $\text{var}(y_{i,t}|I_{t-1}) = 1$; 参数 ω_i 、 φ_i 、 θ_i 均大于 0,且满足 $\varphi_i + \delta_i > 0$, $\varphi_i + 0.5\delta_i + \theta_i < 1$, $I[\varepsilon_{i,t-1} < 0]$ 为指标函数; δ_i 主要用来衡量杠杆效应,当 $\delta_i > 0$ 时,存在负的杠杆效应,反之,当 $\delta_i < 0$ 时,存在正的杠杆效应; η_i 表示自由度参数。

2. Copula 函数。根据 Sklar 的理论,若 F_{xy} 是随机变量 (x, y) 的联合分布函数,其边缘分布函数分别为 F_x 和 F_y ,则存在一个 Copula 函数 C ,使 $F_{xy}(x, y) = C(F_x(x), F_y(y))$ 成立。

金融市场间的非线性相依关系具有时变波动性,需运用动态非线性 Copula 模型来研究非线性动态相依关系。作为相依性的一个重要测度,条件尾部相依系数广泛应用于极值理论,用来表示一个观测变量出现极值时另一变量也出现极值的概率。令 X, Y 为两个连续的随机变量,具有边缘分布 $F(\cdot)$ 、 $G(\cdot)$ 和 Copula 函数 $C(\cdot, \cdot)$,那么左右尾相依系数分别为:

$$\lambda^l = \lim_{u \rightarrow 0} \Pr[Y < G^{-1}(u) | X < F^{-1}(u)] = \lim_{u \rightarrow 0} C(u, u) / u \quad (4)$$

$$\lambda^r = \lim_{u \rightarrow 1} \Pr[Y > G^{-1}(u) | X > F^{-1}(u)] = \lim_{u \rightarrow 1} \{2 - [C(u, u) + 1] / [1 - u]\} \quad (5)$$

其中, $\lambda^l, \lambda^r \in (0, 1)$, 随机变量 u 服从 $[0, 1]$ 均匀分布。

在实证分析中,动态 Copula 模型比较多,本文选择动态 Copula 模型,以期较好地刻画不同序列的分布特征,包括尾部的分布特征。其中,Student-t Copula 函数表达式为:

$$T_{R,v}(y_1, \dots, y_n) = \int_{-\infty}^{y_1} \dots \int_{-\infty}^{y_n} \frac{\Gamma\left(\frac{v+n}{2}\right) |R|^{v/2}}{\Gamma\left(\frac{v}{2}\right) (v\pi)^{n/2}} \times \left(1 + \frac{1}{v} x^T R^{-1} x\right)^{-(v+n)/2} dx_1 \dots dx_n \quad (7)$$

其中, $T_{R,v}$ 表示标准多元 Student-t 分布, 其相关系数矩阵为 R , 自由度为 $v \geq 1$ 。

3. DCC 模型。Engle (2002) 在 CCC 模型的基础上, 建立了 DCC 模型, 即动态条件相关模型, 其表达式为:

$$r_t | \xi_{t-1} \sim N(0, H_t) \quad (8)$$

$$H_t = D_t R_t D_t \quad (9)$$

$$D_t^2 = \text{diag}\{\theta\} + \text{diag}\{\kappa\} \circ r_{t-1} r'_{t-1} + \text{diag}\{\lambda\} \circ D_{t-1}^2 \quad (10)$$

$$\varepsilon_t = D_t^{-1} r_t \quad (11)$$

$$Q_t = [1 - \xi - \zeta] \bar{Q} + \xi \varepsilon_{t-m} \varepsilon'_{t-m} + \zeta Q_{t-n}, \quad (12)$$

$$\xi = \sum_{m=1}^M \alpha_m, \zeta = \sum_{n=1}^N \beta_n \quad (12)$$

$$\bar{Q} = T^{-1} \sum_{i=1}^T \varepsilon_i \varepsilon_i' \quad (13)$$

$$R_t = \{Q_t^*\}^{-1} Q_t \{Q_t^*\}^{-1} \quad (14)$$

$$\rho_{ij,t} = q_{ij,t} / \sqrt{q_{ii,t} q_{jj,t}} \quad (15)$$

式中: 参数矩阵 θ 、 κ 和 λ 均为对角矩阵, 矩阵的对角线元素分别为单变量 GARCH(1, 1) 模型的截距项, 即 ARCH(1) 系数项和 GARCH(1) 系数项; \circ 表示具有相同维数矩阵的 Hadamard 乘积; R_t 是动态条件相依系数矩阵; 动态条件协方差矩阵 Q_t 的元素为 $q_{ii,t}$ 、 $q_{ij,t}$ 、 $q_{jj,t}$; Q^* 是对角元素为 $\sqrt{q_{ii,t}}$ 的对角矩阵; 而 \bar{Q} 是无条件协方差矩阵; $\rho_{ij,t}$ 表示交互项的无条件相依系数。

三、数据选取

本文选取 2005 年 7 月 21 日 ~ 2012 年 7 月 31 日中国人民银行公布的人民币对美元汇率的中间价作为人民币汇率(直接标价法)、上证综指和深证成指的日数据序列作为研究对象。除去节假日后, 每组样本量为 1 710。

另外, 本文选用各市场的收益率数据, 均由 “ $R_t = \ln P_t - \ln P_{t-1}$ ” 计算而得。由于数据较小, 会导致精度的不准确, 所以我们将收益率数据扩大一百倍, 得到调整的收益率为 $r_t = 100 \cdot (\ln P_t - \ln P_{t-1})$ 。这种调整收益率不会影响研究结论。

四、实证分析

1. 描述性分析。各市场调整的日对数收益率序列的描述性统计如表 1 所示。从均值看, 人民币对美元汇率市场具有负的调整的日对数收益率, 而沪深证券市场都具有正的调整的日对数收益率, 其中深圳证券市场调整的日对数收益率比较大, 为 0.070 3。

从标准差看, 三个市场均具有一定的波动性, 但汇率市场与沪深股市的波动程度存在一定的差异性。从偏度看, 三

个市场调整的日对数收益率均呈现出负偏的不对称性。从峰度看, 各市场调整的日对数收益率都具有尖峰的特征, 而人民币汇率市场峰值非常大。

表 1 描述性统计

	RMB/USD	SHI	SZI
均值	-0.015 7	0.042 3	0.070 3
标准差	0.097 9	1.835 5	2.054 6
偏度	-5.259 1	-0.413 5	-0.393 4
峰度	105.96	5.963 4	5.109 6
P 值	0.000 0	0.000 0	0.000 0

注: RMB/USD、SHI 和 SZI 分别表示人民币对美元汇率、上证综指和深证成指, 下同。

另外, 图 1 显示, 人民币汇率市场和沪深证券市场调整的日对数收益率均在一定程度上偏离了正态标准线, 说明各序列都呈现出一定的非正态特征。

2. 运用超位相关系数和分位数相依系数来考察人民币汇率市场与沪深股市尾部间的非对称关系。图 2 显示, 分位数从 0.05 到 0.95 时, 人民币汇率市场与沪深股市之间的超位相关系数存在明显的非对称性, 且负收益率间的相关性显著高于正收益率间的相关性。总体而言, 人民币汇率市场与沪深股市之间的超分位数相关系数的走势大致相同。

图 3 描述了分位数从 0.05 到 0.95 的人民币汇率市场与沪深股市之间的分位数相依系数。图中显示, 人民币汇率市场与沪深证券市场之间的分位数相依系数并不存在明显的非对称性, 而是呈现先增后减的趋势, 这说明人民币汇率市场与沪深证券市场负收益率之间的相依性呈现增加的特征, 而与其与沪深证券市场正收益率之间的相依性则正好相反。

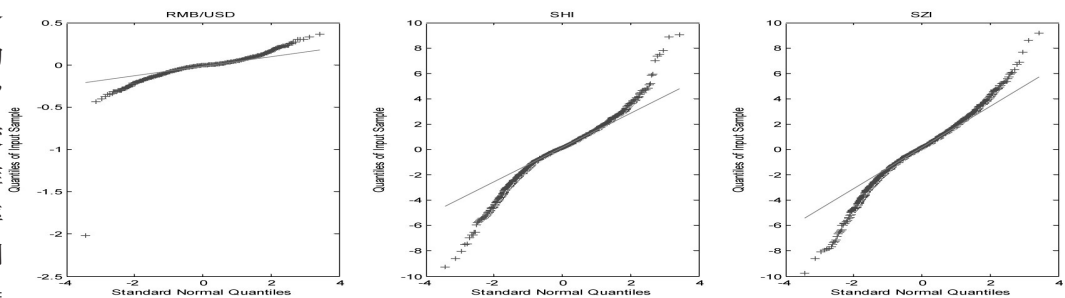


图 1 汇率市场与沪深股市调整的日对数收益率 QQ 图

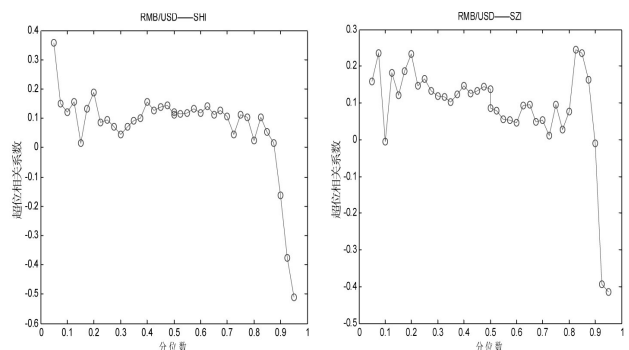


图 2 人民币汇率与沪深股市间的超相关系数

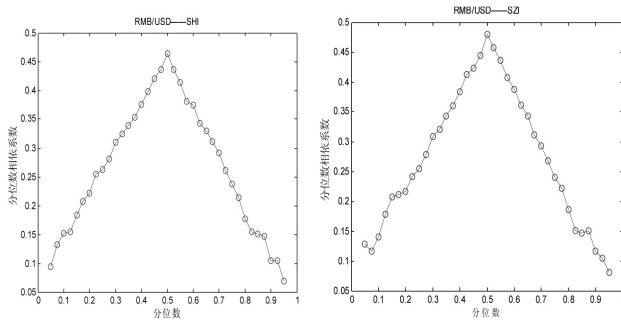


图3 人民币汇率与沪深股市间的分位数相依系数

3. 边缘模型参数估计。在多数金融收益时间序列中,都存在条件异方差、偏斜和尖峰厚尾等分布特征。为消除这些影响,本文采用AR(p)-GJR(1,1)-t模型来研究金融收益的时间序列,并借助AIC和BIC信息准则来确定AR(p)中p阶数。分析工具为Matlab 7.0,结果如表2所示:

表2 AR(p)-GJR(1,1)-t参数估计结果

	RMB/USD	SHI	SZI
c	-0.000 2 (0.000 2)	0.107 2 (0.034 2)	0.103 2 (0.040 8)
α_1		-8.308 6e-005 (0.024 3)	0.030 0 (0.024 4)
ω	2.891 9e-007 (2.238 9e-007)	0.018 3 (0.009 9)	0.034 7 (0.016 5)
θ	0.862 0 (0.012 1)	0.945 0 (0.010 6)	0.938 8 (0.011 9)
ϕ	0.126 1 (0.023 6)	0.057 5 (0.014 9)	0.051 6 (0.014 2)
δ	0.023 7 (0.029 4)	-0.011 2 (0.015 1)	0.004 8 (0.015 6)
η	5.825 6 (0.269 8)	5.601 5 (0.878 5)	6.837 9 (1.212 1)
LLF	2 553.7	-3 236.7	-3 486.5
AIC	-5 095.4	6 487.4	6 987.0
BIC	-5 062.7	6 525.5	7 025.1

注:括号中数据是标准差;LLF为log-likelihood函数值;AIC和BIC分别是模型估计的两个信息准则值;估计方法为IFM。

表2中, ϕ 值都大于0且都显著,说明三个市场利空消息引起的波动比同等大小的利好消息引起的波动要大;除沪市外,人民币汇率与深市的 $\delta > 0$ 表明各市场均存在负杠杆效应,而沪市则存在一定的正杠杆效应。经检验,各市场 $\phi + 0.5\delta + \theta$ 的值都接近1,说明各市场的波动效应都比较持久。根据

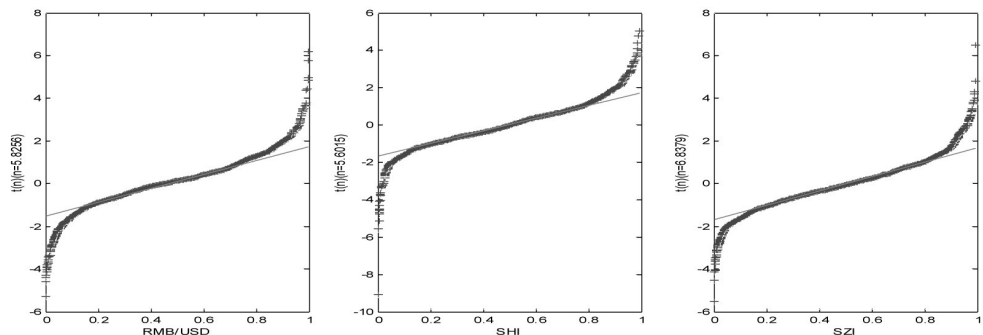


图4 条件边缘分布模型的拟合度Q-Q图

AR(p)-GJR(1,1)-t模型得到的结果,容易获得三个市场经过调整后的收益率序列的残差序列。表2显示, θ 值都比较大,说明序列波动集聚现象比较明显,且尖峰厚尾现象也比较明显。

图4为各残差序列的分布与对应t分布的分位数对比图。其中分位数图都比较鲜明地显示了AR(p)-GJR(1,1)-t模型能够较好地拟合各序列的条件边缘分布。

在t分布中,自由度越小,t分布尾部越厚,这也说明市场收益率出现极值的概率越大。从表2可以看出,各市场自由度 η 的估计值都不相同,且各收益率都存在明显的厚尾现象;三个市场的调整的日对数收益率出现极值的概率均较大。

4. 非线性的动态相依性。表3列出了三元动态Copula模型的参数估计结果。本文分别选取Student's t DCC、Gaussian DCC、Student's TVC和Gaussian TVC四种动态Copula模型来捕捉人民币汇率市场、沪深证券市场三个市场之间的非线性动态相依性结构,并采用总体拟合优度方法来选取合适的Copula函数。从参数估计结果可以看出,TDCC比其他三种动态Copula模型更能刻画三个市场的相依性结构。

表3 三元动态Copula模型选取

	Student's t DCC	Gaussian DCC	Student's t TVC	Gaussian VC
DoF	10.945	NA	9.636 5	NA
ξ	0.019 8	0.018 7	0.017 0	0.015 9
ζ	0.975 2	0.977 4	0.967 8	0.973 3
LLF	1 758.1	1 737.1	1 731.1	1 708.3
AIC	-3 510.2	-3 470.2	-3 456.1	-3 412.6
BIC	-3 493.9	-3 459.3	-3 439.8	-3 401.7

注:NA表示没有估计值;LLF是对应的对数似然值;AIC和BIC分别是各市场之间不同模型得到的最小信息准则,用以比较选择模型的优劣。

基于上述分析,本文进一步采用三元Student's t DCC动态Copula模型来研究三个市场之间的非线性动态相依性结构。

表4 三元动态Copula模型相依参数矩阵

样本	RMB/USD	SHI	SZI
RMB/USD	1.000 0	-0.067 6	-0.053 0
SHI	-0.067 6	1.000 0	0.914 1
SZI	-0.053 0	0.914 1	1.000 0

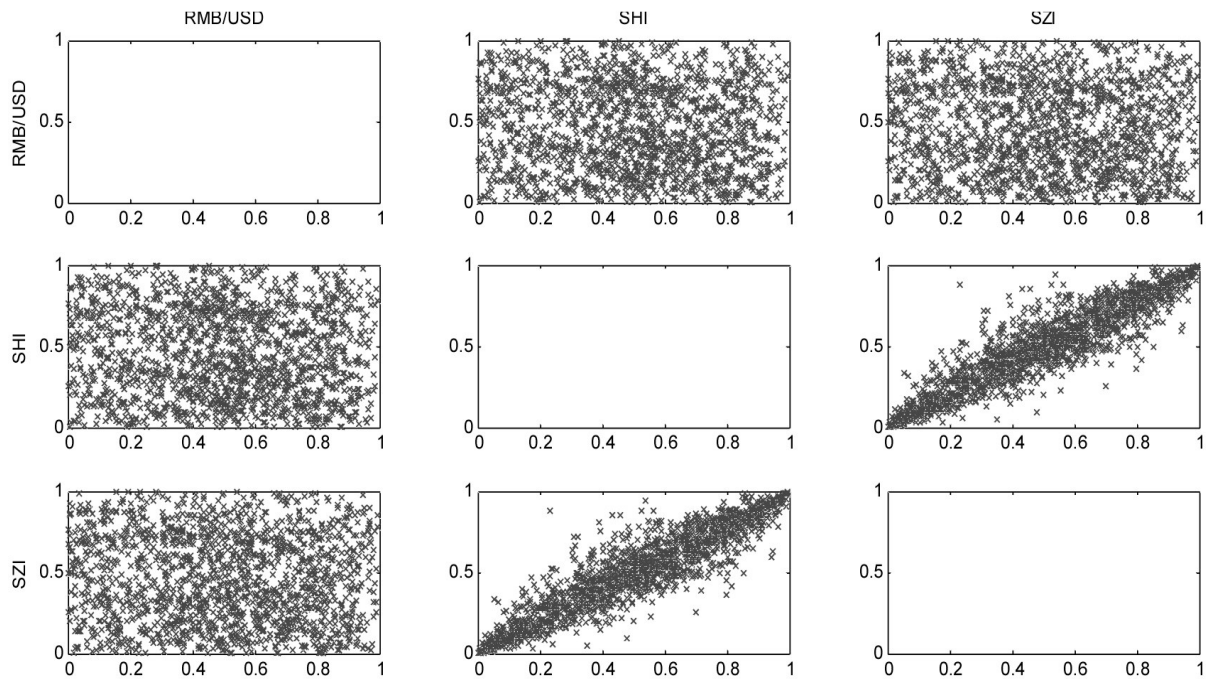


图 5 各市场相依性结构散点图

表 4 显示,人民币汇率市场与沪深证券市场之间存在负的相依性关系,这表明人民币汇改后对美元汇率市场与中国证券市场之间存在反向走势的关系。另外,人民币汇率市场与沪市之间的相依性结构要稍强于深市。各市场相依性结构的散点图(见图 5)也显示,沪深两市之间具有较大的相依性,而其他市场之间的相依性却相对较小,这与三元 Student's t DCC 动态 Copula 模型估计结果相一致。

五、结论

本文选取合适的 Copula-AR-GJR-t 模型来研究人民币汇率与上证综指、深证成指之间的非线性动态相依性及可能存在的“杠杆效应”。具体结论如下:第一,人民币汇率市场与沪深证券市场之间的超位相关系数存在明显的非对称性,且负收益率间的相关性显著高于正收益率间的相关性。第二,人民币汇率市场与沪深证券市场之间的分位数相依系数不存在明显的非对称性,且均呈现先增后减的趋势。第三,人民币汇率市场与我国沪深证券市场存在不同的相关性,其中与深市存在负杠杆效应,而与沪市存在一定的正杠杆效应,且各市场的波动效应都比较持久。第四,人民币汇率市场与沪深证券市场之间存在负的相依性结构,即人民币升值与股市上扬之间存在长期的共同走势。

综上所述可知,在相同的外界因素影响下,如果热钱进入中国证券市场,将会推动中国证券市场股票上扬,从而进一步推动人民币升值,使人民币升值的预期加大。而人民币升值预期会推动中国证券市场、资本市场、房地产市场等的价格指数上扬,导致资产价格的泡沫成分加重,由此可能引

发金融危机,从而影响中国实体经济的健康发展。因此,进一步完善人民币汇率市场改革,有利于消除金融危机,保证国民经济健康稳定、可持续发展。

【注】本文获得国家自然科学基金项目(项目编号:70861003、70825005、71171168)、教育部社科研究基金规划项目(项目编号:09YJA790092、10YJA790200)、中国博士后科学基金项目(项目编号:20110490877)、中国博士后科学基金特别资助项目(项目编号:2012T50726)和中央高校基本科研业务费专项资金(项目编号:JBK1307036、JBK130214、JBK130401、JBK120505)的资助。

主要参考文献

1. 赵喜仓,刘寅飞,叶五一.基于半参数多元 Copula-GARCH 模型的开放式基金投资组合风险分析.数理统计与管理,2011;2
2. 陈蓉,陈妙琼.金融资产的动态非线性相关:一个新的模型.管理评论,2012;2
3. 赵华,燕焦枝.汇改后人民币汇率波动的状态转换行为研究.国际金融研究,2010;1
4. 马君潞,郭廓.人民币汇率调整、经济结构转型及其对宏观经济的影响.经济学动态,2011;1
5. Dias A., Embrechts P.. Modeling Exchange Rate Dependence Dynamics at Different Time Horizons. Journal of International Money and Finance,2010;8
6. 张兵,封思贤等.汇率与股价变动关系:基于汇改后数据的实证研究.经济研究,2008;9