

全球汇率市场风险传染测度、来源追溯与人民币汇率市场输入性风险分解

隋建利 杨庆伟 刘金全

摘要：本文基于全球主要经济体汇率市场收益率与波动率的日度数据，运用弹性网收缩技术与广义误差分解方法，构建全球汇率市场高维网络，测度汇率风险传染效应，刻画在极端事件期间，汇率市场网络结构与节点风险溢出效应的波动特征，探究经济发展水平与地理分布因素，对于人民币汇率市场输入性风险的作用机制。研究发现：（1）在极端事件期间，全球汇率市场收益率与波动率网络的总体连通指数出现剧烈波动，波动率网络节点分布具备“高度聚类”特征。（2）在极端事件期间，全球汇率市场波动率网络总体连通指数大幅提高，同时，在新冠肺炎疫情时期，汇率市场的风险输出能力与所在经济体疫情的严重程度呈正相关关系，美元是全球汇率风险传染的源头市场。（3）在新冠肺炎疫情时期，人民币汇率市场净输入性风险远高于其他时期，发达经济体对于人民币汇率市场的输入性风险要高于发展中经济体，亚洲、欧洲以及北美洲经济体是人民币汇率市场输入性风险的主要源头。

关键词：风险传染测度；风险来源追溯；输入性风险分解；弹性网收缩技术
[中图分类号] F821 [文献标识码] A [文章编号] 1002-4670 (2022) 7-0105-18

一、引言与文献综述

近年来，经济危机、地缘政治、贸易摩擦以及重大突发性公共卫生安全事件等极端事件频发，对全球金融市场稳定造成了巨大冲击。2020年，新冠肺炎疫情席卷全球，面对萧条预期增强、工业制造停摆以及贸易需求缩减的多重冲击，世界经济陷入停滞，各经济体股票市场、汇率市场以及大宗商品市场剧烈动荡。在经济不确定性激增态势与投资者悲观情绪的驱使下，全球汇率市场走势呈现共振下跌趋势。仅2021年3月，人民币汇率累计下跌2.15%，同期欧元、英镑以及日元分别贬值6.65%、11.34%以及8.37%，新兴市场货币指数（EMCI）下跌6.63%。在世

[收稿日期] 2022-03-05

[基金项目] 国家社会科学基金重大项目“新发展格局下中国经济韧性的形成机理、动态评价与政策协同研究”（21&ZD073）；吉林省社会科学基金重点项目“‘十四五’时期吉林省第三产业结构演进与升级研究”（2021A14）；国家“万人计划”青年拔尖人才支持计划（教人司〔2021〕527号）

[作者信息] 隋建利（通讯作者）：吉林大学商学与管理学院、吉林大学数量经济研究中心教授 130012 电子邮箱 jlsui@163.com；杨庆伟：吉林大学商学与管理学院博士研究生；刘金全：吉林大学商学与管理学院教授。

界经济复苏乏力与金融市场持续动荡的严峻形势下,2021年12月10日,李克强总理在中央经济工作会议中明确指出“要正确认识和把握防范化解重大风险,抓好风险处置工作,加强金融法治建设,研究制定化解风险的政策,完善金融风险处置机制,落实各方责任,坚决守住不发生系统性风险的底线”。然而,面对全球汇率市场间波动溢出效应愈发显著的事实,如何在极端事件的冲击下,测度全球汇率市场间的风险传染效应,刻画全球汇率风险传染角色的转变机制,解析人民币汇率市场输入性的成分构成,无疑是当前学术界与政策当局亟待解决的问题。

汇率风险传染是指一经济体汇率发生剧烈波动后,该经济体汇率市场与其他经济体汇率市场间关联的显著增强(Ait-Sahalia et al., 2015^[1]),或是由市场共同风险驱动,形成多经济体汇率市场间波动溢出效应的显著扩张(Opie and Riddiough, 2020^[2])。汇率风险传染机制源于汇率市场间的高度依赖与复杂关联(周开国等, 2021^[3]),汇率走势间的高度依赖能够被诠释为受地理分布因素作用的货币锚效应(Khatat et al., 2020^[4]),以及由经济发展水平决定的货币影响力(China and Frankel, 2010^[5]),而汇率市场间的复杂关联不限于包含宏观基本面因素的长期途径,更重要的是基于金融市场关联的短期渠道。一方面,汇率波动能够通过贸易关联(曹伟和罗建强, 2020^[6])、国际资本流动(Forbes and Warnock, 2021^[7])以及对外直接投资(Harms and Knaze, 2021^[8])等宏观经济途径对其他经济体汇率市场造成长期冲击;另一方面,投资者态度偏移(Nitoi and Pochea, 2020^[9])、心理预期波动(Beckmann and Reitz, 2020^[10])以及跨境资产配置调整(Camanho et al., 2018^[11])等金融因素也对全球汇率市场造成短期冲击。最终,在宏观因素与金融市场关联的多重冲击作用下,全球汇率市场无疑会演化为复杂的网络体系(陈少凌等, 2021^[12])。

在极端事件期间,全球汇率市场网络结构出现动态变迁,全球汇率市场间的风险传染效应愈发显著(Klein and Linnemann, 2021^[13]),因此学者们着眼于收益联动(Singhal et al., 2019^[14])、波动溢出(Shahzad et al., 2021^[15])亦抑或尾部风险(Wen and Wang, 2020^[16])等视角,测度全球汇率市场间的风险传染效应。现有文献的研究方法集中于广义自回归条件异方差(GARCH)模型(赵艳平等, 2021^[17])、格兰杰因果模型(Jung et al., 2020^[18])以及广义误差分解方法(Diebold and Yilmaz, 2014^[19])等低维计量模型。然而,基于低维计量模型,难以突破汇率市场高维数据中多参数识别过程的“维度诅咒”,进而导致的风险传染效应识别显著性偏差(杨子暉和王姝黛, 2021^[20])。此外,由于汇率波动具有显著的聚类特征、记忆特征以及杠杆效应(Harvey and Sucarrat, 2014^[21]),因此构建汇率市场网络测度风险传染效应时,应重点关注波动溢出效应的有偏估计问题。为突破“维度诅咒”,有学者通过套索(LASSO)模型以及弹性网收缩估计方法构建高维网络,来识别金融市场间的风险传染效应(Gu et al., 2020^[22])。然而,当变量高度相关时,LASSO模型会因识别力度不足,导致估计结果的不稳健,而弹性网收缩估计方法在高维模型中的应用具有显著优势(Gross and Siklos, 2020^[23])。

有别于以往战争、疾病等极端事件对于汇率市场造成的短期冲击,新冠肺炎疫情对于全球汇率市场造成了深远的影响(Bouri et al., 2021^[24]),因此如何厘清新冠肺炎疫

情期间汇率风险传导的内在机理,成为当前学术界关注的焦点。例如,Wei等(2020)^[25]发现新冠肺炎疫情冲击降低了人民币汇率市场在“一带一路”沿线经济体间的风险溢出能力。Fasanya等(2021)^[26]指出在新冠肺炎疫情期间,美元、加元等七种主要交易货币间存在极强的风险溢出效应。Xu和Lien(2021)^[27]认为在新冠肺炎疫情期间,美元贬值对“金砖国家”汇率市场造成了显著的外溢冲击。此外,部分国内学者曾从尾部风险传染、输入性风险量化以及在险价值关联等视角,阐述了新冠肺炎疫情时期人民币汇率市场的风险动态(杨子晖等,2020^[28];方意和贾妍妍,2021^[29];李嘉弘和李平,2021^[30]),但鲜有学者分析人民币汇率市场输入性风险的成分构成。

纵览当前学者对于全球汇率市场风险传染问题的研究,仍存在进一步完善的空间。第一,现有研究忽视了聚类特征、记忆属性以及杠杆效应对于汇率市场波动率识别的内生影响,同时割裂地分析多经济体汇率市场收益率或波动率间的风险溢出效应,无法捕捉汇率市场收益率与波动率风险传染效应的差异。第二,基于低维计量模型构建汇率风险传染网络,无法在高维网络中,测度全球汇率市场收益率或波动率走势间的非对称冲击。第三,无法在极端事件期间,识别全球汇率风险溢出效应的波动特征,难以甄别各经济体风险传染角色的转换机制。第四,仅通过测度网络结构转变的方式刻画汇率风险传染效应,无法量化人民币汇率输入性风险,难以实现人民币汇率市场输入性风险的成分解析。

与已有研究相比,本文的创新之处在于:第一,运用偏t分布指数条件异方差(Beta-Skew-t-EGARCH)模型测度全球主要经济体的汇率市场波动率,捕捉各经济体汇率市场波动率走势间的相似特征与个体差异。第二,基于弹性网收缩技术与广义误差分解方法,构建全球汇率市场高维静态网络与动态网络,测度汇率市场间风险传染效应,捕捉全球汇率市场收益率与波动率走势间的非对称冲击。第三,根据极端事件的始末时间,构建极端事件时期与平稳期全球汇率市场高维网络,发掘全球汇率风险溢出效应的波动特征与传染角色的转变机制。第四,通过测度各时期人民币汇率风险溢出效应与中心性指标的方式,量化人民币汇率市场输入性风险水平,探究经济发展水平与地理分布因素,对于人民币汇率市场输入性风险的作用机制。

二、模型构建与数据选择

(一) 全球汇率市场收益率与波动率高维网络的构建

为测度全球汇率市场风险传染效应,本文基于全球汇率市场收益率与波动率的高维数据,运用弹性网收缩估计技术与广义误差分解方法,构建全球汇率市场高维网络,首先,将汇率收益率与波动率引入到 p 阶向量自回归(VAR(p))模型中:

$$Y_t = \sum_{k=1}^p \varphi_k Y_{t-k} + \varepsilon_t, \quad t = 1, 2, 3 \dots T \quad (1)$$

其中, $Y_t = (Y_{1t}, Y_{2t}, \dots, Y_{mt})'$ 代表汇率市场收益率或波动率的 n 维向量, φ_k 为模型的系数矩阵, k 为模型的滞后阶数, ε_t 为模型的残差项。本文参考Gross和Siklos(2020)的研究方法,运用弹性网收缩技术,求解上述模型的最优化问题:

$$\hat{\varphi} = \operatorname{argmin} \left\{ \sum_{t=1}^T (Y_{it} - \sum_{k=1}^p \varphi_{k,i} Y_{it-k})^2 + \delta \sum_{k=1}^p [(1-\alpha) |\varphi_{k,i}| + \alpha |\varphi_{k,i}|^2] \right\} \quad (2)$$

其中, $\hat{\varphi}$ 代表参数矩阵, $\varphi_{k,i}$ 表示滞后变量 Y_{it-k} 的参数, δ 表示惩罚函数的权重, α 是范数惩罚项的权重。本文基于十折交叉验证技术识别惩罚权重 δ 与 α 的数值, 并且, 将高维 VAR (p) 模型转换为向量移动平均 (VMA) 形式:

$$Y_t = \sum_{i=0}^{\infty} \Psi_i \varepsilon_{t-i} \quad (3)$$

其中, Ψ_i 为高维 VAR (p) 模型 VMA 形式的参数矩阵。本文通过广义误差分解的方式, 测度汇率市场收益率或波动率 Y_i 的第 H 步广义预测误差方差中, 由汇率市场收益率或波动率 Y_j 变动的解释百分比:

$$\xi_{ij}(H) = \frac{\sigma_{jj}^{-1} \sum_{h=0}^{H-1} (e'_i \Psi_h \Sigma e_j)^2}{\sum_{h=0}^{H-1} (e'_i \Psi_h \Sigma \Psi'_h e_i)} \quad (4)$$

其中, h 为预测步长, σ_{jj} 代表协方差矩阵的第 j 个对角线元素, e_i 与 e_j 为模型的选择向量。可以看出, $\xi_{ij}(H)$ 表示汇率市场收益率或波动率 Y_j 的冲击, 对于 Y_i 超前 H 步预测误差方差的累计风险贡献。本文进一步对 $\xi_{ij}(H)$ 进行标准化处理:

$$\xi_{ij}(H) = \frac{\xi_{ij}(H)}{\sum_{j=1}^N \xi_{ij}(H)} \quad (5)$$

为清晰刻画全球汇率市场的方向性溢出效应, 本文基于式 (5) 的计算结果, 构建汇率市场 i 的风险溢入指数 $S_{i \leftarrow, f}$ 、风险溢出指数 $S_{i \rightarrow, t}$ 以及净溢出指数 $S_{i, net}$:

$$S_{i \leftarrow, f} = \sum_{j=1, i \neq j}^N \xi_{ij}(H) \quad (6)$$

$$S_{i \rightarrow, t} = \sum_{j=1, i \neq j}^N \xi_{ji}(H) \quad (7)$$

$$S_{i, net} = S_{i \rightarrow, t} - S_{i \leftarrow, f} \quad (8)$$

基于上述过程, 本文进一步求解所有节点的风险溢出 (溢入) 指数的算数平均值, 最终获得全球汇率市场风险溢出网络的总体连通指数:

$$TC = \frac{\sum_{i, j=1, j \neq i}^N \xi_{ij}(H)}{\sum_{i, j=1}^N \xi_{ij}(H)} = \frac{\sum_{i, j=1, j \neq i}^N \xi_{ij}(H)}{N} \quad (9)$$

考虑到基于净溢出指数 $S_{i, net}^\alpha$ 构建全球汇率市场网络, 能够捕捉汇率市场间风险传染效应的动态特征, 因此, 本文构建一个图函数 $G = (D, L)$, 其中, 边 (d_i, d_j) 是边集 L 中的元素, 其权重 $w_{i,j}$ 可以通过求解汇率市场 i 与 j 之间的净溢出效应获得:

$$w_{i,j} = \begin{cases} \xi_{ji}(H) - \xi_{ij}(H), & \xi_{ji}(H) > \xi_{ij}(H) \\ 0, & \xi_{ji}(H) \leq \xi_{ij}(H) \end{cases} \quad (10)$$

因此,以边权 $w_{i,j}$ 的数值为元素构建邻接矩阵,可以测绘全球汇率市场网络结构图。网络中心性指标能够测度节点的重要性程度,在全球汇率市场网络中,出度中心性指标 ODC_i 与入度中心性指标 IDC_i 分别可以代表汇率市场的风险扩散与风险吸收能力:

$$ODC_i = \sum_{j=1}^N w_{ij} \quad (11)$$

$$IDC_i = \sum_{j=1}^N w_{ji} \quad (12)$$

基于此,本文进一步计算出度中心性指标 ODC_i 与入度中心性指标 IDC_i 的差值,即节点 i 的净出度中心性指标 NDC_i ,旨在测度节点 i 的风险净输出能力:

$$NDC_i = ODC_i - IDC_i \quad (13)$$

此外,本文按照经济发展水平与地理分布因素对 n 个市场进行分组,进而对节点 i 的风险溢入指数与风险溢出指数进行分解:

$$S_{i \leftarrow, f}^a = \sum_{j=1, i \neq j}^{N_a} \xi_{ij}(H), S_{i \rightarrow, i}^a = \sum_{j=1, i \neq j}^{N_a} \xi_{ji}(H) \quad (14)$$

其中, N_a 代表组别 a 中的市场数量,同理,也可以对节点 i 的出度中心性指标 ODC_i 与入度中心性指标 IDC_i 进行分解,具体形式可以表示为:

$$ODC_i^a = \sum_{j=1}^{N_a} w_{ij}, IDC_i^a = \sum_{j=1}^{N_a} w_{ji} \quad (15)$$

为进一步识别全球汇率市场间风险传染效应的动态特征,本文通过滚动窗口的方式构建全球汇率市场高维动态网络,并将窗口长度设定为 240 个样本量(1年),进而刻画全球汇率风险溢出与溢入效应的时变特征。

(二) 数据选取与说明

本文基于全球主要经济体汇率市场的日度收益率与波动率数据,构建全球汇率市场网络。首先,为剔除基础货币选择与汇率制度设定对于样本数据的影响,本文选择特殊提款权(SDR)货币篮子作为基础货币。其次,参照环球同业银行金融电讯协会(SWFIT)公布的2021年全球货币支付比例,以及世界银行公布的2021年全球国民生产总值(GDP)排名,本文选取全球30个主要经济体货币兑SDR汇率的日度数据作为样本,并严格参照ISO4217标准设定各汇率序列的货币代码^①。本文所选样本区间为2005年7月22日—2021年12月31日,剔除非同时交易数据后,共获得4107组样本数据,所有汇率数据皆源自国际货币基金组织(IMF)数据库、世界银行数据库以及万德(WIND)数据终端。此外,本文通过对汇率收盘价

① 本文所选样本范围覆盖亚洲、欧洲、大洋洲、北美洲、南美洲以及非洲六大区域,样本容量囊括16个发达经济体以及14个发展中经济体,即:澳元(AUD)、巴西雷亚尔(BRL)、加元(CAD)、瑞士法郎(CHF)、智利比索(CLP)、人民币(CNY)、哥伦比亚比索(COP)、捷克克朗(CZK)、丹麦克朗(DKK)、欧元(EUR)、英镑(GBP)、港元(HKD)、印尼卢比(IDR)、印度卢比(INR)、冰岛克朗(ISK)、日元(JPY)、韩元(KRW)、墨西哥元(MXN)、马来西亚林吉特(MYR)、挪威克朗(NOK)、新西兰元(NZD)、波兰兹罗提(PLN)、罗马尼亚列伊(RON)、俄罗斯卢布(RUB)、沙特里亚尔(SAR)、瑞典克朗(SEK)、新加坡元(SGD)、泰铢(THB)、土耳其里拉(TRY)、美元(USD)以及南非兰特(ZAR)。

进行对数差分处理，计算得到全球汇率市场收益率，具体表示为：

$$R_{it} = \ln(P_{it}) - \ln(P_{it-1}) \quad (16)$$

其中， P_{it} 是货币 i 第 t 日的收盘价， R_{it} 为货币 i 第 t 日的对数收益率，并且，验证平稳性可知，所有序列均在 1% 显著性水平下表现为平稳^①。

三、全球汇率市场风险传染测度

为测度全球汇率风险传染效应，本文首先基于全球汇率市场收益率与波动率日度数据，构建全球汇率市场收益率与波动率高维静态网络；其次，探究全球汇率市场风险传染效应的总体特征，量化全球汇率市场的风险溢出与溢入效应；最后，运用滚动窗口方法，构建全球汇率市场收益率与波动率高维动态网络，刻画全球汇率风险传染效应的动态轨迹，甄别全球汇率风险净溢出效应的时变特征。

(一) 全球汇率市场高维静态网络结构特征分析

为刻画全球汇率市场的波动率走势，本文参照 Harvey 和 Sucarrat (2014) 的研究方法，运用 Beta-Skew-t-EGARCH 模型估计全球汇率市场波动率^②。同时，基于全样本期内全球汇率市场的收益率与波动率数据，构建全球汇率市场收益率与波动率高维静态网络，捕捉全球汇率市场间风险传染效应的总体特征。

图 1 列出全球汇率市场高维静态网络结构特征估计结果。其中，节点越大表示汇率市场的净溢出效应越大，节点颜色越深表明该汇率市场的风险溢出能力越强，节点间连线的方向与粗细程度表示当前汇率市场间风险溢出效应的方向与强度。首先，观测全球汇率市场高维静态网络的节点属性可知，无论在收益率网络还是在波动率网络中，美元 (USD)、欧元 (EUR)、澳元 (AUD) 以及英镑 (GBP) 的风险溢出效应均高于其他汇率市场，并且上述货币在国际贸易支付使用、结算比率的占比

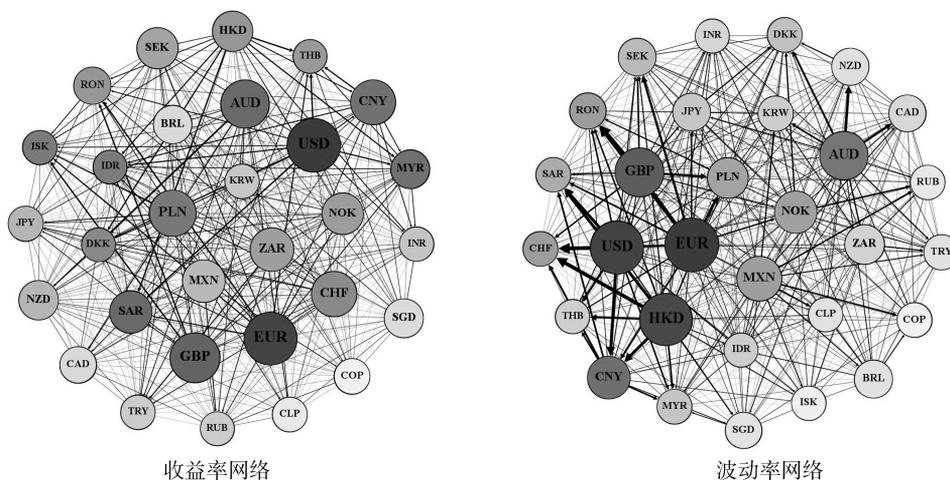


图 1 全球汇率市场高维静态网络结构特征估计结果

①限于篇幅，本文的全球汇率市场收益率序列描述性统计分析与平稳性检验结果备索。

②限于篇幅，本文 Beta-Skew-t-EGARCH 模型构建方式与全球汇率市场波动率估计结果备索。

也极高，这意味着汇率市场的风险输出能力与货币支付使用、结算比率呈正向关联；其次，对比收益率网络与波动率网络中，汇率市场间风险溢出效应的总体强度可知，波动率网络中节点间连接的数量更多，全球汇率市场间的连接更为紧密，这表明与收益率网络相比，全球汇率市场间的波动率风险传染效应更为显著；最后，收益率网络中节点的分布结构较为松散，但在波动率网络中，具备高风险溢出效应的汇率市场分布较为集中，这说明全球汇率市场间波动率传染过程具有显著的“高度聚类”属性。

（二）全球汇率市场风险传染静态特征分析

为刻画全球汇率风险溢出与溢入效应的数值关系，并测度全样本期内全球汇率市场的净溢出效应，表1列示出全球汇率市场高维静态网络风险溢出结构特征分析结果，第（1）—（3）列为收益率网络中节点风险溢出效应的结构指标，第（4）—（6）列为波动率网络中节点风险溢出效应的数值。具体而言，首先，收益率网络的总体连通指数（52.4970）低于波动率网络的总体连通指数（72.4549），这再次印证了由图1得出的“与收益率网络相比，全球汇率市场间的波动率风险传染效应更为显著”这一结论；其次，在收益率网络中，全球汇率市场的风险溢入指数波动区间为[23.4361, 77.8343]，而波动率网络中风险溢入指数分布在[45.8981, 85.2769]区间内，这表明全球汇率市场间的波动率交互冲击频率与强度要高于收益率；再次，无论在收益率网络还是波动率网络中，以美元（USD）以及欧元（EUR）为代表的发达经济体汇率市场风险溢出指数显著高于发展中经济体，这说明在全球汇率风险传染过程中，发达经济体货币是主要的风险输出方；最后，收益率网络净溢出指数数值为正的汇率市场数量（11）低于波动率网络（15），这意味着与收益率变动相比，全球汇率市场波动率变动更容易对其他经济体汇率市场造成外溢冲击。

表1 全球汇率市场高维静态网络风险溢出结构特征分析结果

货币名称	收益率网络			波动率网络		
	溢入指数	溢出指数	净溢出指数	溢入指数	溢出指数	净溢出指数
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
澳元	67.9246	91.1249	23.2003	77.2382	100.8327	23.5945
巴西雷亚尔	53.5784	55.6341	2.0557	69.5348	68.7344	-0.8004
加元	55.4057	52.3857	-3.02	68.1573	61.0545	-7.1028
瑞士法郎	46.5542	29.0245	-17.5297	81.2662	96.9783	15.7121
智利比索	28.7683	18.1762	-10.5921	62.5348	50.8895	-11.6453
人民币	70.7388	75.1259	4.3871	81.1128	93.0247	11.9119
哥伦比亚比索	35.1319	27.4787	-7.6532	64.9314	57.8917	-7.0397
丹麦克朗	75.4193	97.0345	21.6152	84.4335	112.4434	28.0099
欧元	77.8343	111.4235	33.5892	85.2769	120.903	35.6261
英镑	38.7767	25.9485	-12.8282	53.0464	26.9522	-26.0942

续表

货币名称	收益率网络			波动率网络		
	溢入指数	溢出指数	净溢出指数	溢入指数	溢出指数	净溢出指数
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
港币	67.2158	97.9585	30.7427	65.4354	99.7451	34.3097
印尼卢比	28.1634	14.0469	-14.1165	55.4237	27.4341	-27.9896
印度卢比	23.4361	10.4962	-12.9399	61.5671	44.1755	-17.3916
冰岛克朗	36.7735	27.8275	-8.946	45.8981	19.6322	-26.2659
日元	56.8463	54.2247	-2.6216	62.4438	46.5892	-15.8546
韩元	47.4165	37.3285	-10.088	64.5365	47.5491	-16.9874
墨西哥元	60.3788	76.7897	16.4109	72.8937	84.6985	11.8048
马来西亚林吉特	43.1683	31.1159	-12.0524	72.5679	61.6261	-10.9418
挪威克朗	65.6451	74.1846	8.5395	77.7436	81.5984	3.8548
新西兰元	59.9547	59.1941	-0.7606	73.3647	73.6531	0.2884
波兰兹罗提	66.1475	69.2329	3.0854	81.9051	100.2846	18.3795
罗马尼亚列伊	56.5672	43.3847	-13.1825	74.8435	62.8278	-12.0157
俄罗斯卢布	34.3252	25.1281	-9.1971	55.4573	37.4698	-17.9875
沙特里亚尔	39.4479	23.1327	-16.3152	74.0571	75.4387	1.3816
瑞典克朗	63.0578	59.0959	-3.9619	78.4597	82.7672	4.3075
新加坡元	51.3242	47.5735	-3.7507	71.8702	73.5938	1.7236
泰铢	30.8867	17.2815	-13.6052	58.4239	34.1893	-24.2346
土耳其里拉	45.7582	38.3845	-7.3737	58.0339	41.8231	-16.2108
美元	77.3785	109.8961	32.5176	85.1346	121.2564	36.1218
南非兰特	60.3682	65.2765	4.9083	74.8165	86.5899	11.7734
总体连通指数	52.4970			72.4549		

(三) 全球汇率市场风险传染动态特征分析

考虑到构建全球汇率市场收益率与波动率高维动态网络,演化总体连通指数的动态路径,能够刻画全球汇率市场风险传染效应的时变特征。因此,本文测绘全球汇率市场高维动态网络总体连通指数的时变路径,并采用HP滤波的方式,刻画全球汇率市场高维动态网络总体连通指数的震荡趋势,如图2所示。首先,波动率网络总体连通指数分布在区间 $[75.3085, 94.9996]$ 内,区间长度大于收益率网络($[68.0222, 86.9019]$),这意味着波动率风险传染效应具有更为显著的震荡特征。其次,波动率网络总体连通指数的算数平均值为81.8525,高于收益率网络(75.7371),并且在相同时点下,波动率网络的总体连通指数明显高于收益率网络,这意味着与收益率冲击相比,全球汇率市场间波动率风险传染效应更为显著。再次,总体上波动率网络与收益率网络总体连通指数的震荡轨迹间存在显著的“伴随特征”,这说明全球汇率市场收益率与波动率风险传染过程具有一定的相似

性。最后，在极端事件期间，收益率与波动率高维动态网络总体连通指数 HP 滤波轨迹同时出现了显著的增长趋势，这说明在极端事件期间，全球汇率市场风险传染效应出现显著的增长趋势，尤其是在 2020 年第一季度，总体连通指数斜率出现显著提升，这是因为突如其来的新冠肺炎疫情直接导致了国际贸易受阻与供应链中断，构成了全球汇率市场的基本面风险，同时恐慌情绪的蔓延以及外汇资产的缩水增强了汇率市场间的关联，从而促使全球汇率市场波动率与收益率的风险传染效应迅速增强和凸显。

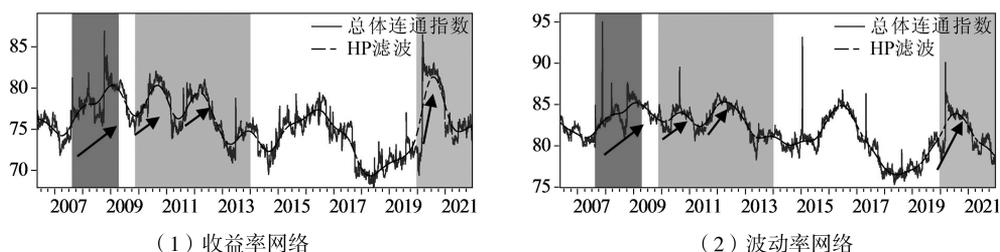


图 2 全球汇率市场高维动态网络总体连通指数时变路径

注：从左至右的灰色区间分别为次贷危机时期、欧债危机时期以及新冠肺炎疫情时期。

为捕捉全球汇率市场波动率风险净溢出效应的时变特征，图 3 绘制出全球汇率市场波动率高维动态网络风险净溢出效应时变路径。观察可知，在极端事件期间，全球汇率市场波动率风险净溢出效应时变路径出现剧烈波动。其中，在次贷危机期间，澳元 (AUD)、加元 (CAD)、港币 (HKD)、日元 (JPY) 以及韩元 (KRW) 的净溢出效应出现短暂跃迁，这意味着在次贷危机时期，发达经济体汇率市场是汇率风险传染的源头市场。在新冠肺炎疫情期间，美元 (USD)、英镑 (GBP)、墨西哥元 (MXN)、印度卢比 (INR)、沙特里亚尔 (SAR) 以及俄罗斯卢布 (RUB) 的波动率风险溢出效应显著提升，这说明汇率风险扩散与所在经济体的疫情严重程度正向相关。然而，通过厘清次贷危机时期与新冠肺炎疫情时期，汇率市场波动率风险溢出效应提升的内在机理能够发现，二者之间存在显著差异。在次贷危机时期，发达经济体外汇市场资产泡沫迅速破裂，外汇金融资产市值迅速蒸发。受到恐慌情绪的驱动，机构与个人投资者不断非理性抛售外汇资产，这种“金融踩踏”现象直接导致外汇市场出现流动性危机。为缓解流动性枯竭的窘境，发达经济体持续从新兴市场经济体撤资，进一步导致发展中经济体外汇市场低迷，汇率波动风险经由资产价格关联途径不断扩散。但在新冠肺炎疫情期间，贸易需求缩减与萧条预期增强等基本面因素，成为驱动全球汇率风险的主要来源。随着新冠肺炎疫情的持续扩散，全球制造业停摆、基础能源需求萎靡、国际供应链的突发性中断以及进出口贸易的急速下滑等突出问题持续恶化，从而引致疫情所在经济体汇率持续下跌。面对需求与供给双重收紧的压力，经济萧条预期迅速弥漫，并经由外汇市场不断传播。各经济体外汇市场金融风险投资者为规避下行风险，纷纷选择抛售金融资产，导致外汇资产价值不断下跌，最终演变成全球外汇市场协同下滑的态势。

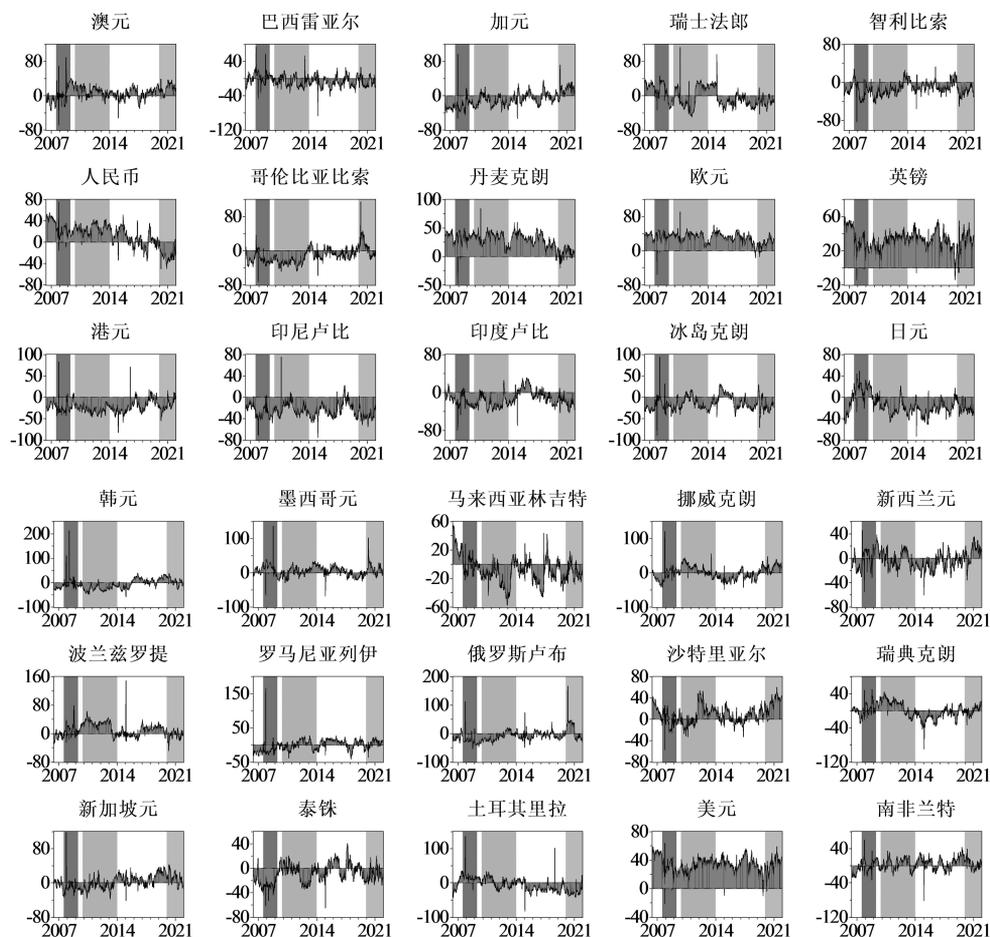


图3 全球汇率市场波动率高维动态网络风险净溢出效应时变路径

注：从左至右的灰色区间分别为次贷危机时期、欧债危机时期以及新冠肺炎疫情时期。

四、极端事件时期全球汇率市场风险来源追溯

为进一步测度极端事件时期与平稳期，全球汇率市场间的风险传染效应，本文将全样本数据划分为四个阶段，构建各时期全球汇率市场收益率与波动率网络，通过求解各时期汇率市场网络的总体连通指数，量化极端事件时期全球汇率市场间的风险传染水平。在此基础上，通过求解各时期全球汇率市场收益率与波动率风险净溢出效应数值，追溯各时期全球汇率风险传染的源头市场。

(一) 极端事件时期全球汇率市场风险传染测度

本文参照隋建利和杨庆伟(2021)^[31]的研究方法，将全样本数据划分为三个极端事件时期与一个无极端事件的平稳期，其中，选取次贷危机时期的样本区间为2007年8月1日—2009年3月31日，包含418组样本；选取欧债危机时期的样本

区间为2009年11月5日—2013年12月16日，共计样本1025组；选择新冠肺炎疫情时期的样本区间为2019年12月9日—2021年12月31日，总计样本509组。此外，本文选择无极端事件的平稳期样本作为对照组，样本区间为2014年1月1日—2018年12月31日，囊括样本1249组。

表2 各时期全球汇率市场高维静态网络总体连通指数

变量名称	次贷危机	欧债危机	新冠肺炎疫情	平稳期
收益率网络总体连通指数	70.1600	67.0928	67.0814	62.3171
波动率网络总体连通指数	79.0688	68.9101	75.2590	54.6775

为明晰地展现三个极端事件时期与平稳期，全球汇率风险传染效应的总体差异，表2列示出各时期全球汇率市场高维静态网络总体连通指数。如表2所示，首先，纵向对比相同时期收益率网络与波动率网络的总体连通指数可知，除平稳期外，在三个极端事件时期，波动率网络总体连通指数都略高于收益率网络。这意味着面对极端事件冲击，在全球汇率市场风险传染过程中，汇率市场波动率风险溢出效应要强于收益率风险溢出效应；其次，横向对比各时期收益率网络总体连通指数可见，次贷危机时期收益率网络总体连通指数（70.16）明显高于其他时期，欧债危机时期与新冠肺炎疫情时期收益率网络的总体连通指数数值非常接近，分列第二、三位，平稳期收益率网络总体连通指数相对最小（62.3171）。这表明与平稳期相比，在极端事件期间，全球汇率市场间的收益率风险传染效应显著增强；最后，观测各时期波动率网络总体连通指数的波动特征发现，在极端事件期间，波动率网络总体连通指数同样出现了大幅提高，但是，其增长幅度[26.0%，44.6%]远高于收益率网络。同时，新冠肺炎疫情时期的波动率网络总体连通指数略低于次贷危机时期，这说明在新冠肺炎疫情期间，全球汇率市场间的波动率风险溢出效应已经接近历史最高水平，因此，如何有效防范和化解当前汇率市场的输入性风险扩散迫在眉睫。

（二）极端事件时期全球汇率市场风险来源识别

为精准量化各时期全球汇率市场收益率与波动率风险净溢出效应，同时，捕捉各时期汇率市场网络中风险传染的源头市场，表3给出了各时期全球汇率市场高维静态网络风险净溢出效应排名。限于篇幅，本文只给出各时期收益率与波动率风险净溢出效应的前十位。如表3所示，首先，无论是在收益率还是波动率网络中，在平稳期，仅前四位汇率市场的风险净溢出效应数值较高，其余汇率市场的净溢出效应远低于极端事件时期的风险净溢出效应。这意味着在平稳期，全球汇率市场的风险传染效应并不显著，但是，在极端事件期间，全球汇率市场的风险溢出与交互传染效应愈发显著；其次，在次贷危机时期收益率网络中，美元（USD）的风险净溢出效应数值位列首位（34.7352），波动率网络中欧元（EUR）的风险净溢出效应数值高于其他经济体（48.6383）。这表明在次贷危机时期，以美元（USD）与欧元（EUR）为代表的发达经济体汇率市场是汇率风险传染的主要源头市场；再次，在欧债危机时期收益率网络中，欧元（EUR）、英镑（GBP）以及丹麦克朗（DKK）等欧洲经济体汇

率市场风险净溢出效应排名居高不下，但是，其他区域经济体风险净溢出效应相对较低。这说明在欧债危机期间，欧洲经济体汇率市场是全球汇率风险传染的主要源头市场，汇率风险传染过程具备显著的“地理邻近性”属性；最后，在新冠肺炎疫情时期波动率网络中，美元（USD）汇率市场风险净溢出效应为 54.5643，远高于其他时期汇率市场风险净溢出效应。这证明在新冠肺炎疫情期间，美元（USD）是全球汇率市场风险的主要输出方，并对其他经济体汇率市场造成了持续性的风险冲击。

表3 各时期全球汇率市场高维静态网络风险净溢出效应排名

收益率网络				波动率网络			
次贷危机	欧债危机	新冠肺炎疫情	平稳期	次贷危机	欧债危机	新冠肺炎疫情	平稳期
美元 34.7352	欧元 37.4741	挪威克朗 33.0271	美元 42.7246	欧元 48.6383	澳元 31.5347	美元 54.5643	美元 44.0761
欧元 28.7462	英镑 36.5539	澳元 27.3534	欧元 40.5934	丹麦克朗 48.4778	欧元 27.9863	欧元 31.5547	欧元 43.6344
瑞士法郎 27.0145	丹麦克朗 36.3736	美元 23.7476	澳元 38.5874	美元 29.3178	丹麦克朗 27.6197	印度卢比 26.9531	英镑 37.6785
日元 25.3767	美元 33.7285	港币 23.0519	丹麦克朗 33.6974	港币 29.2646	美元 22.4464	沙特里亚尔 25.6200	丹麦克朗 20.2761
澳元 23.7216	波兰兹罗提 31.29	沙特里亚尔 21.6367	新加坡元 13.4642	澳元 27.6445	墨西哥元 21.0973	澳元 23.8453	墨西哥元 10.1873
港币 22.8656	瑞士法郎 27.5239	加元 17.0864	港币 8.9579	巴西雷亚尔 24.7167	波兰兹罗提 20.2157	港币 20.4783	澳元 4.8479
新西兰元 22.2197	冰岛克朗 24.1974	墨西哥元 15.6471	南非兰特 8.1346	人民币 15.5287	港币 20.1897	南非兰特 17.9372	新加坡元 4.749
土耳其里拉 20.7223	澳元 18.5254	新加坡元 14.9810	墨西哥元 6.5179	新西兰元 15.5786	瑞典克朗 11.9167	加元 14.9453	瑞士法郎 2.9947
人民币 18.3313	墨西哥元 14.0871	新西兰元 13.6867	波兰兹罗提 6.2647	日元 12.7617	新加坡元 11.0137	巴西雷亚尔 9.9785	韩元 0.5567
巴西雷亚尔 13.1378	南非兰特 13.0157	欧元 9.7177	人民币 2.5556	土耳其里拉 11.5964	挪威克朗 10.8787	新加坡元 9.6884	加元 0.2754

五、人民币汇率市场输入性风险测度与分解

为测算人民币汇率市场输入性风险的结构成分，本文求解各时期人民币汇率风险溢出与溢入效应，测度各时期人民币汇率市场影响力与输入性风险的总体水平。在此基础上，根据经济发展水平与地理分布因素对样本进行划分，测度各时期人民币汇率市场出度中心性指标与入度中心性指标，探究经济发展水平与地理分布因素对于人民币汇率市场影响力与输入性风险的影响机制。

（一）人民币汇率市场输入性风险测度

鉴于测算各时期收益率与波动率网络中人民币汇率市场风险溢出与风险溢入指数，可以甄别各时期人民币汇率市场输入性风险水平的总体差异。表4给出各时期

人民币汇率市场风险溢出与风险溢入指数的测度结果,其中,风险溢出效应表示人民币汇率市场的影响力,风险溢入效应代表人民币汇率市场的输入性风险水平,净溢出效应则表示人民币汇率市场对其他经济体汇率市场的风险净输出能力。观察表4可知,首先,与收益率网络相比,各时期波动率网络中人民币汇率市场的风险溢出效应与风险溢入效应数值更高,这表明人民币汇率市场波动率风险输出与输入能力要高于收益率;其次,由净溢出效应的绝对值排序可见,新冠肺炎疫情时期的风险净溢出水平最高,次贷危机与欧债危机时期风险净溢出水平分列第二、三位,平稳期风险净溢出水平最低,这说明在极端事件时期,人民币汇率市场的风险净溢出水平出现了剧烈波动;最后,通过对比净溢出效应的方向可知,仅新冠肺炎疫情时期,人民币汇率市场风险净溢出效应为负,这意味着在新冠肺炎疫情期间,人民币汇率市场遭受了巨大输入性风险冲击,已然成为了风险净输入方。

表4 各时期人民币汇率市场风险溢出与风险溢入指数

变量名称	收益率网络			
	次贷危机	欧债危机	新冠肺炎疫情	平稳期
风险溢出	98.2692	85.3275	23.8964	69.2343
风险溢入	79.9379	76.7342	47.8345	66.6787
净溢出	18.3313	8.5933	-23.9381	2.5556
变量名称	波动率网络			
	次贷危机	欧债危机	新冠肺炎疫情	平稳期
风险溢出	100.6090	90.6647	32.9875	78.8864
风险溢入	85.0803	78.5253	64.8147	78.0351
净溢出	15.5287	12.1394	-31.8272	0.8513

(二) 人民币汇率市场输入性风险分解

考虑到基于经济发展水平视阈,测度各时期人民币汇率市场的入度中心性指标与出度中心性指标,能够从节点连接层面量化人民币汇率市场影响力与输入性风险水平,因此本文绘制了如图4列示的各时期人民币汇率市场出度中心性与入度中心性(经济发展水平分组)。观察可知,在次贷危机时期,人民币汇率市场对发展中经济体的影响力显著高于其他时期;在欧债危机时期,人民币汇率市场对发达经济体的影响力保持在较高水平;在新冠肺炎疫情时期,人民币汇率市场输入性风险水平为各时期最高。与此同时,在各时期内部,人民币汇率市场对于发展中经济体的影响力明显高于发达经济体,但发达经济体对人民币汇率市场的输入性风险要高于发展中经济体。此外,对于发达经济体,人民币汇率市场基本呈现风险净输入状态(欧债危机时期的波动率网络除外),而人民币汇率市场对发展中经济体大多呈现风险净输出状态(新冠肺炎疫情时期除外)。注意到,无论是收益率网络还是波动率网络,新冠肺炎疫情时期人民币汇率市场始终呈现风险净输入状态。

考虑到基于地理分布视阈,测度各时期人民币汇率市场出度中心性指标与入度

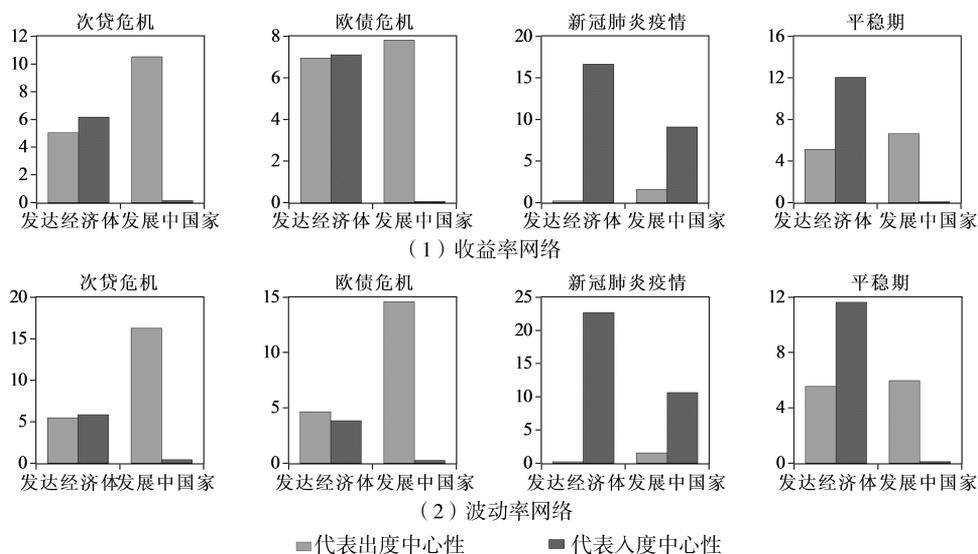


图4 各时期人民币汇率市场出度中心性与入度中心性（经济发展水平分组）

中心性指标，能够探究各区域人民币汇率市场影响力与输入性风险的变动特征，因此，本文测绘了如图5所示的各时期人民币汇率市场出度中心性与入度中心性（地理区域分组）。容易发现，在次贷危机时期与欧债危机时期，人民币汇率市场对各区域经济体货币的影响力显著提升，但在新冠肺炎疫情时期，各区域对于人民币汇

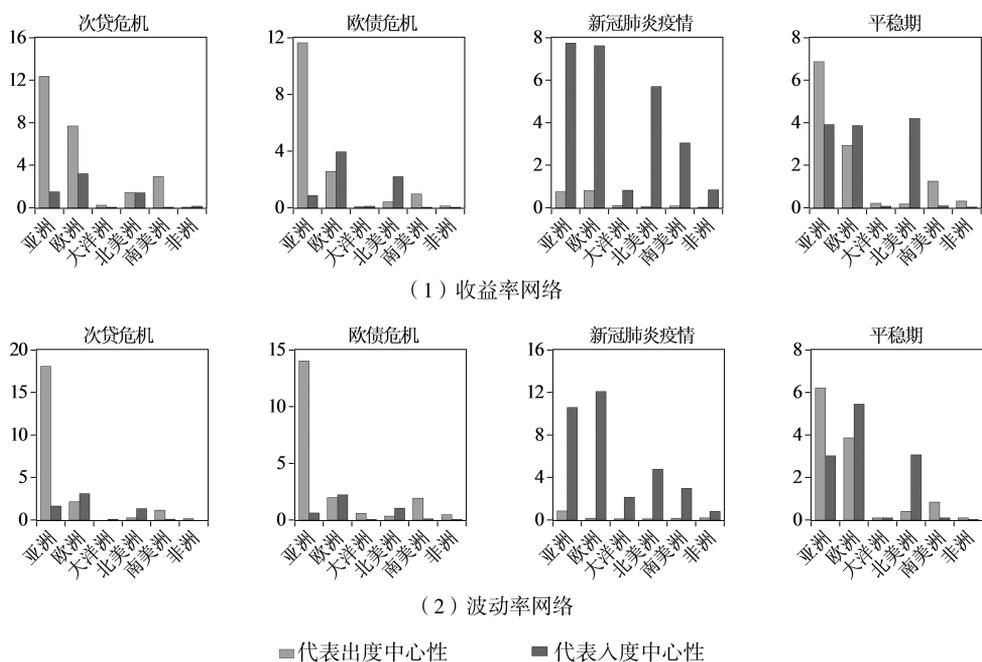


图5 各时期人民币汇率市场出度中心性与入度中心性（地理区域分组）

率市场的输入性风险远高于其他时期。各时期内人民币对于亚洲与欧洲经济体汇率市场的影响力远高于其他区域，亚洲、欧洲以及北美洲经济体对于人民币汇率市场的输入性风险高于其他区域。究其原因，长期以来，亚洲经济体对中国能源与农产品贸易具有极强的依赖性，并且“一带一路”倡议的稳步推进更是极大地深化了中国与欧洲经济体间的贸易、对外直接投资联系。然而，在新冠肺炎疫情时期，国际供应链突发性中断，中国与世界经济体间的进出口贸易迅速缩减，加之对外直接投资意愿的低迷，导致人民币需求受到抑制，人民币汇率市场影响力开始降低。与此同时，随着新冠肺炎疫情在世界各地的相继爆发与蔓延，美国、英国、印度以及巴西等主要疫情所在经济体的股市、汇率应声下跌，加之能源需求骤减导致的原油价格骤跌，全球范围内金融投资者态度趋于悲观。在国际金融环境恶劣与投资者态度低迷的双重因素带动下，中国股市、汇率出现走低，境内金融机构持有的境外资产市值严重缩水，人民币汇率市场输入性风险显著扩张。

六、结论与政策启示

本文基于全球主要经济体汇率市场收益率与波动率的日度数据，运用弹性网收缩技术与广义误差分解方法，构建全球汇率市场高维静态网络与动态网络，测度汇率风险传染效应，刻画在极端事件期间，汇率市场网络结构与节点风险溢出效应的波动特征，测度经济发展水平与地理分布因素，对于人民币汇率市场输入性风险的作用机制，最终获得如下结论：

首先，在极端事件期间，全球汇率市场收益率与波动率网络的总体连通指数出现剧烈波动，这意味着全球汇率市场间存在着显著的风险传染效应。同时，与收益率网络相比，全球汇率市场间波动率风险溢出网络的总体连通指数更高，节点分布呈现出显著的“高度聚类”特征，这表明全球汇率市场间的波动率风险传染效应相对更强。此外，美元与欧元等发达经济体汇率市场风险溢出效应数值显著高于发展中经济体，这说明在全球汇率风险传染过程中，发达经济体汇率市场是构成全球汇率风险传染的主要风险输出方。

其次，在极端事件期间，全球汇率市场波动率网络总体连通指数出现大幅提高，这说明在极端事件冲击下，全球汇率市场间的波动率风险溢出效应显著增强。基于各时期全球汇率市场净溢出效应排序结果可知，在新冠肺炎疫情时期，汇率市场的风险输出能力与所在经济体疫情的严重程度呈现正相关关系。同时，美元的波动率风险净溢出效应高居首位，这意味在新冠肺炎疫情时期，美元是构成汇率风险传染的主要源头市场。

最后，在次贷危机与欧债危机期间，人民币汇率市场的影响力小幅提升，但在新冠肺炎疫情时期，人民币汇率市场输入性风险显著扩张，风险净溢出效应显著为负，这意味着在新冠肺炎疫情时期，人民币汇率市场输入性风险远高于其他时期。通过观测经济发展水平与地理分布因素对于人民币汇率市场输入性风险的作用机理可知，发达经济体对于人民币汇率市场的输入性风险要高于发展中经济体。同时，

人民币对于亚洲、欧洲国家汇率市场的影响力远高于其他区域，亚洲、欧洲以及北美洲经济体是人民币汇率市场输入性风险的主要来源。

根据以上结论本文提出如下建议：首先，防范人民币汇率市场输入性风险，应该关注全球汇率风险溢出关系与传染角色转变的动态特征。面对短期内世界经济复苏乏力与金融市场风险扩张的态势，维持汇率市场稳定应着眼于应用逆周期政策调节来改善汇率市场流动性，从而缓解金融风险顺周期累积和突发性冲击导致的负面影响。中国央行应加强跨境资本流动宏观审慎管理，适时调整跨境融资宏观审慎调节参数，优化资本缓冲机制，引导金融机构市场化调节外汇资产负债结构。此外，完善外汇风险处置体系框架，优化外汇市场风险量化标准，构建人民币汇率市场输入性风险预警机制，实现以最低经济成本维持外汇市场稳定。

其次，维持人民币汇率走势的稳定区间，需要严防外部金融风险冲击。当前地缘政治冲突事件愈演愈烈，全球范围内通货膨胀愈发显著，短期内以美国为首的发达经济体货币政策转向可能会导致人民币汇率贬值，甚至引发人民币汇率风险激增。中国央行应严防以国际资本流动为主要途径的外部金融风险冲击，加强对于跨境金融投机资本的审慎管理，合理调整外汇准备金率，保持人民币外汇市场的流动性充裕，确保人民币汇率走势处于平稳区间。与此同时，面对国内新冠肺炎疫情的反复态势，中国政府应运用稳健与可持续性的货币政策拉动经济复苏，在维持贸易额度的基础上，为人民币汇率走势提供良好的宏观基本面支撑。

最后，在有效防范风险的前提下，继续扩大高水平的外汇市场开放。在明确美元风险溢出对人民币汇率市场造成显著冲击的事实下，中国政府应加快完善外汇市场管理框架，优化外汇投资准入制度，合理进行对冲交易，维护外汇市场稳定。同时，中国政府应加快构建多元、开放的外汇市场，稳步推进人民币资本项目可兑换，完善人民币跨境使用的政策框架和基础设施，提高人民币在跨境贸易和投资使用中的便利化程度。此外，中国政府应逐步深化人民币汇率市场化改革，发挥市场供求在汇率形成机制中的决定性作用，保持人民币汇率在合理均衡水平上的基本稳定，发挥汇率调节宏观经济以及国际收支自动稳定器作用。

[参考文献]

- [1] AÏT-SAHALIA Y, CACHO-DIAZ J, LAEVEN R J A. Modeling Financial Contagion using Mutually Exciting Jump Processes [J]. *Journal of Financial Economics*, 2015, 117 (3): 585-606.
- [2] OPIE W, RIDDIOUGH S J. Global Currency Hedging with Common Risk Factors [J]. *Journal of Financial Economics*, 2020, 136 (3): 780-805.
- [3] 周开国, 季苏楠, 杨海生. 系统性金融风险跨市场传染机制研究——基于金融协调监管视角 [J]. *管理科学学报*, 2021 (7): 1-20.
- [4] KHATAT M E H, BUESSING-LOERCKS M, FLEURIET V. Monetary Policy under an Exchange Rate Anchor [J]. *IMF Working Papers*, 2020, 180.
- [5] CHINN M D, FRANKEL J A. Why the Euro will Rival the Dollar [J]. *International Finance*, 2010, 55 (3): 255-278.
- [6] 曹伟, 罗建强. 人民币汇率变动对进口贸易的影响——基于中国与“一带一路”沿线国家分行业贸易面

- 板数据的研究 [J]. 国际商务——对外经济贸易大学学报, 2020 (04): 64-79.
- [7] FORBES K J, WARNOCK F E. Capital Flow Waves—Or Ripples? Extreme Capital Flow Movements since the Crisis [J]. *Journal of International Money and Finance*, 2021, 116: 102394.
- [8] HARMS P, KNAZE J. Bilateral De-Jure Exchange Rate Regimes and Foreign Direct Investment: A Gravity Analysis [J]. *Journal of International Money and Finance*, 2021, 117: 102438.
- [9] NIŢOI M, POCHEA M M. Time-Varying Dependence in European Equity Markets: A Contagion and Investor Sentiment Driven Analysis [J]. *Economic Modelling*, 2020, 86: 133-147.
- [10] BECKMANN J, REITZ S. Information Rigidities and Exchange Rate Expectations [J]. *Journal of International Money and Finance*, 2020, 105: 102136.
- [11] CAMANHO N, HAU H, REY H. Global Portfolio Rebalancing and Exchange Rates [J]. *National Bureau of Economic Research*. 2018.
- [12] 陈少凌, 李杰, 谭黎明, 杨海生. 中国系统性金融风险的高维时变测度与传导机制研究 [J]. *世界经济*, 2021 (12): 28-54.
- [13] KLEIN M, LINNEMANN L. Real Exchange Rate and International Spillover Effects of US Technology Shocks [J]. *Journal of International Economics*, 2021, 129: 103414.
- [14] SINGHAL S, CHOUDHARY S, BISWAL P C. Return and Volatility Linkages among International Crude Oil Price, Gold Price, Exchange Rate and Stock Markets: Evidence from Mexico [J]. *Resources Policy*, 2019, 60: 255-261.
- [15] SHAHZAD S J H, NAEEM M A, PENG Z. Asymmetric Volatility Spillover among Chinese Sectors during COVID-19 [J]. *International Review of Financial Analysis*, 2021, 75: 101754.
- [16] WEN T, WANG G J. Volatility Connectedness in Global Foreign Exchange Markets [J]. *Journal of Multinational Financial Management*, 2020, 54: 100617.
- [17] KUMAR A S, ANANDARAO S. Volatility Spillover in Crypto-Currency Markets: Some Evidences from GARCH and Wavelet Analysis [J]. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 2019, 524: 448-458.
- [18] JUNG Y C, DAS A, MCFARLANE A. The Asymmetric Relationship between the Oil Price and the US-Canada Exchange Rate [J]. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 2020, 76: 198-206.
- [19] 赵艳平, 曹君, 张梦婷. 全球主要经济体金融周期波动溢出效应研究 [J]. 国际商务——对外经济贸易大学学报, 2021 (1): 96-110.
- [20] 杨子晖, 王姝黛. 突发公共卫生事件下的全球股市系统性金融风险传染——来自新冠肺炎疫情的证据 [J]. *经济研究*, 2021 (8): 22-38.
- [21] HARVEY A, SUCARRAT G. Egarch Models with Fat Tails, Skewness and Leverage [J]. *Computational Statistics & Data Analysis*, 2014, 76: 320-338.
- [22] GU S, KELLY B, XIU D. Empirical Asset Pricing via Machine Learning [J]. *The Review of Financial Studies*, 2020, 33 (5): 2223-2273.
- [23] GROSS C, SIKLOS P L. Analyzing Credit Risk Transmission to the Nonfinancial Sector in Europe: A Network Approach [J]. *Journal of Applied Econometrics*, 2020, 35 (1): 61-81.
- [24] BOURI E, CEPNI O, GABAUER D. Return Connectedness across Asset Classes around the COVID-19 Outbreak [J]. *International Review of Financial Analysis*, 2021, 73: 101646.
- [25] WEI Z, LUO Y, HUANG Z. Spillover Effects of RMB Exchange Rate among B&R Countries: Before and during COVID-19 Event [J]. *Finance Research Letters*, 2020, 37: 101782.
- [26] FASANYA I O, OYEWOLE O, ADEKOYA O B. Dynamic Spillovers and Connectedness between COVID-19 Pandemic and Global Foreign Exchange Markets [J]. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 2021, 34 (1): 2059-2084.
- [27] XU Y, LIEN D. COVID-19 and Currency Dependences: Empirical Evidence from BRICS [J]. *Finance Research Letters*, 2021, 5: 102119.

- [28] 杨子晖, 陈雨恬, 张平森. 股票与外汇市场尾部风险的跨市场传染研究 [J]. 管理科学学报, 2020 (8): 54-77.
- [29] 方意, 贾妍妍. 新冠肺炎疫情冲击下全球外汇市场风险传染与中国金融风险防控 [J]. 当代经济科学, 2021 (2): 1-15.
- [30] 李嘉弘, 李平. COVID-19 疫情期间比特币与中国金融市场主要资产的关系研究 [J]. 管理评论, 2021 (11): 286-297.
- [31] 隋建利, 杨庆伟. 国际大宗商品市场与中国金融市场间风险的传染测度与来源追溯 [J]. 财经研究, 2021 (8): 139-154.

Global Exchange Rate Market Risk Contagion Measurement, Source Tracing and RMB Exchange Rate Market Imported Risk Decomposition

SUI Jianli YANG Qingwei LIU Jinquan

Abstract: Based on the daily data of exchange rate market return and volatility, this paper uses the elastic net shrinkage technology and generalized error decomposition method to construct high-dimensional network of the global exchange rate market, and measures the exchange rate risk contagion effect. This paper also depicts the fluctuation characteristics of the exchange rate market network structure and the node risk spillover effects during the extreme events, and explores the mechanism of economic development level and geographical distribution factors on the imported risk of RMB exchange rate market. The research finds: first, during the extreme events, the overall connectivity index of the global exchange rate market return and the volatility network fluctuates sharply, and the node distribution of the volatility network has a significant “high clustering” feature. Second, during extreme events, the overall connectivity index of the global exchange rate market volatility network increases significantly. Meanwhile, during the COVID-19, there is a positive correlation between the risk export capacity of the exchange market and the severity of the epidemic. The US dollar is the source of global exchange rate risk contagion. Finally, during the COVID-19, the net import risk of RMB exchange rate market is much higher than other periods. Moreover, the imported risk from developed economies to RMB exchange rate market is higher than that of developing economies. Asia, Europe and North America economies are the main sources of the RMB exchange rate market imported risk.

Keywords: Risk Contagion Measurement; Risk Source Tracing; Imported Risk Decomposition; Elastic Net Shrinking Technology

(责任编辑 于友伟)