

doi:10.19920/j.cnki.jmsc.2025.01.008

全球金融市场风险溢出效应研究^①

——基于时频视角和网络关联的分析

吴国兵¹, 陈 平^{2,3}, 李 帆⁴, 张 浩^{5,6*}

(1. 中国人民银行广东省分行, 广州 510120; 2. 中山大学岭南学院, 广州 510275; 3. 南方海洋科学与工程广东省实验室(珠海), 珠海 519000; 4. 中国人民银行汕头市分行, 汕头 515041; 5. 广东外语外贸大学金融学院、华南财富管理中心研究基地, 广州 510006; 6. 金融开放与资产管理研究中心, 广州 510006)

摘要: 随着金融国际化程度的不断加深以及信息通讯技术的快速发展, 全球金融市场关联程度更为密切, 不同类型、不同区域金融市场之间的风险传染进一步增强。本研究从时频视角和网络关联分别考察了全球股票、外汇、债券、大宗商品等金融市场的静态和动态风险溢出效应, 并通过分析两两投资组合的风险管理策略来为投资者风险对冲提供参考。研究发现全球金融市场的震荡有 21.1% 是由外部金融市场风险溢出引起的, 且风险溢出主要集中在短期和中期。从网络视角看, 短期金融市场风险溢出呈现出同类型市场聚集和区域聚集的特征, 长期不同金融市场之间的风险溢出范围更加广泛。最后, 本研究提出了完善我国金融风险防范体系的针对性政策建议。

关键词: 全球金融市场; 风险溢出; 高维数据; 时频域; 风险对冲

中图分类号: F832 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-9807(2025)01-0119-26

0 引 言

党的十九届五中全会和国家“十四五”规划明确提出“维护金融安全, 守住不发生系统性金融风险底线”。特别是在现阶段, 世界政治和经济面临深刻调整, 贸易保护主义、地缘冲突以及“逆全球化”思潮等不确定性引发全球金融市场持续动荡, 各类资产价格波动加剧并出现快速传染。我国作为世界第二大经济体, 高水平金融开放继续扩大, 人民币国际化程度不断提高, 面临金融风险溢出和传染的概率显著增强。2021年5月21日召开的金融稳定发展委员会第五十次会议提出“加强金融风险全方位扫描预警”, 要“维护股、债、汇市场平稳运行”, 并且要“严密防范外部风

险冲击”。在此背景下, 深入研究全球金融市场的风险溢出效应, 全面分析金融风险溢出的方向、强度、周期性和动态时变性, 提出投资风险管理策略, 一方面有助于深入理解金融风险溢出和传播机制、为系统性风险的识别和度量方法提供有益补充; 另一方面有助于为政府部门预警和防范金融风险、维护金融稳定、完善宏观审慎管理提供依据, 同时为投资主体风险管理、资产配置提供参考。

鉴于理论和实践上的重要性, 国内外学术界对金融市场溢出效应问题进行了广泛研究。Kanas^[1]研究了欧美六个国家股票收益率和汇率变动之间的相关性, 结果发现从股票到汇率的波动溢出效应。此外, Caporale 等^[2]、Andreou 等^[3]还对

① 收稿日期: 2021-09-28; 修订日期: 2022-07-31。

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(71991474, 71721001); 国家社会科学基金资助项目(19VHQ004, 2020CTJ003); 全国统计科学研究资助项目(2021LY089, 2020LY071); 中山大学2019年“三大”建设文科重要成果培育资助专项(10000-18843402); 南方海洋科学与工程广东省实验室(珠海)资助项目(SML2023SP221); 广发证券社会公益基金会《国家金融学》教学科研基金项目。

通讯作者: 张 浩(1983—), 男, 陕西宝鸡人, 教授, 博士生导师。Email: haozhang@gdufs.edu.cn

东亚市场、新兴经济体的股票和外汇市场进行了专门研究。梁琪等^[4]运用有向无环图和溢出指数方法对国际股市的联动和中国股市的国际化及其风险传导进行了分析。刘超等^[5]运用溢出指数和网络分析方法,对我国 7 个金融市场风险溢出的强度和方向开展了静态和动态分析。郑挺国和刘堂勇^[6]通过时变参数 VAR 模型构建波动溢出指数,研究中美等 8 个国家和地区股市的波动溢出效应及其影响因素。杨子晖等^[7]对股票市场和外汇市场全球跨市场尾部风险传染进行了深入研究。总体来看,现有文献主要集中在研究单个国家的金融市场风险溢出,或者国际上的单个市场(如股市)或两两市场(如股市和汇市)的风险溢出,专门针对全球金融市场的风险溢出效应研究还不多见。

在研究方法上,复杂网络分析法为研究金融风险溢出提供了新的工具和视角。Diebold 和 Yilmaz^[8-10]基于金融网络化特征,运用向量自回归模型(VAR)的预测误差方差分解方法,提出了溢出指数方法(简称“DY 方法”),分别测量了金融机构股票收益率和波动率的溢出方向和动态变化。近年来,DY 方法及其改进模型被广泛用于研究金融市场间的风险溢出。杨子晖和周颖刚^[11]基于 DY 方法和有向无环图方法,考察了全球主要国家股票市场的风险溢出效应,发现中国内地金融市场为风险溢出的净输入方,全球波动溢出具有明显的跨市场传染效应。陈声利等^[12]、周开国等^[13]、李延双等^[14]、周骐等^[15]亦采用 DY 方法和网络分析方法研究了中国金融市场或全球金融市场的风险传染特征。

上述研究主要基于时域(time domain)视角,即考察风险溢出随时间动态变化的过程。当前,包括金融市场等宏观经济变量的频域特征逐渐引起学者的广泛关注。频域(frequency domain)视角考察风险溢出在不同频率带或不同周期区间(频率和周期成反比关系)内的特征,频域视角研究的现实意义可以从周期性波动、资产定价和投资者异质性等三方面进行解释。从周期性波动角度看,资产价格的变动包含高频短周期和低频长周期等不同频率的波动成分,呈现出短、中、长期等周期性波动的特征,各类金融市场的风险溢出也会受到短、中、长期等周期性因素的影响^[16, 17]。从资产

定价角度看,经济基本面(如消费增长)可以按照持续性长短分解为短、中、长期等不同组成成分,各部分可以分别进行定价。反映到资产价格上,由不同周期成分的经济基本面驱动的资产价格便会产生不同频率响应的冲击^[18-20]。从投资者异质性角度看,由于投资者信仰、目标、偏好、制度约束、接收的信息和风险容忍度各不相同,基于不同的时间周期(用频率表示)进行投资操作,因此经济和金融冲击在市场传播过程中将产生不同频率的反应。由于时域视角分析不能准确揭示不同周期下的风险溢出特征,因此有必要考察频域视角下的风险溢出研究。Baruník 和 Krehlík^[21]结合 DY 方法,在 VAR 模型的基础上提出广义方差分解的谱表示方法,将时域下的风险溢出分解到不同的频率带,同时从时域和频域视角量化金融市场间的风险溢出效应(简称“BK 方法”)。随后一些学者运用 BK 方法对不同金融市场的风险溢出效应进行频域分析。Tiwari 等^[22]分别应用 DY 方法和 BK 方法对股票、信用违约掉期、外汇和主权债券市场等全球整体关联指数的波动溢出效应进行时域和频域分析。李政等^[23]采用 BK 方法研究了 14 个国家主权债务风险溢出的频域特征。Zhang 和 Hamori^[24]亦采用 DY 方法和 BK 方法研究了原油市场和股票市场之间的收益和波动性溢出特征。

鉴于 DY 和 BK 方法无法在高维度上实现准确估计,一些文献使用最小绝对收缩和选择算子(least absolute shrinkage and selection operator, LASSO)方法来解决这个问题。LASSO 方法通过在 VAR 模型中加入正则化(regularizers)压缩待估计模型中变量的系数,从而达到减少估计参数的目的。Demirer 等^[25]使用 LASSO 方法构建了世界前 150 家银行股票交易数据的高维网络。梁琪和常姝雅^[26]亦采用该方法构建我国金融机构和房地产公司间的风险关联网咯。针对传统 LASSO-VAR 模型没有纳入滞后项阶数选择的问题,Nicholson 等^[27]进一步提出分层滞后结构模型(hierarchical lag structures, Hlag),对估计参数实施分层分组的稀疏性约束,使 VAR 模型不同变量具有不同的最大滞后阶数,同时解决了待估参数过多和变量滞后阶数选择问题,提高了变量较多时模型的预测性能。Bagheri 和 Ebrahimi^[28]基于 Hlag 模型,研究了全球主要股票、商品、债券、货

币和加密货币市场之间收益率和波动率的关联性。Tabak 等^[29]亦使用该模型研究了重大公共卫生安全事件期间全球银行业溢出效应的变化。

在考察金融市场风险溢出的基础上,一些学者进一步将投资组合的风险管理纳入考虑范围。Ahmad^[30]基于非对称动态条件相关 GARCH 模型 (asymmetric dynamic conditional correlation, AD-CC-GARCH) 等三种多元 GARCH 模型,研究了原油、美国债券等六种资产对冲清洁能源股票投资的有效性。Antonakakis 等^[31]研究了国际原油价格与主要天然气和石油公司股票价格之间的波动溢出后,基于动态条件相关 GARCH 模型 (dynamic conditional correlation, DCC-GARCH) 考察了这些资产之间投资组合的最佳组合权重和对冲比例。宫晓莉和熊熊^[32]基于 TVP-VAR 模型构建方差分解溢出指数,对我国金融市场风险传染开展研究,并采用 DCC-GARCH 模型对股票市场与其他金融市场的波动率指数进行投资组合分析。

综上所述,研究金融市场风险溢出的已有文献在以下几个方面仍待进一步完善:一是较少文献从全球不同区域、不同类别金融市场的角度研究金融市场间的风险溢出表现,特别是外汇市场、股票市场、债券市场和大宗商品市场之间相互风险溢出的研究成果较少;二是已有研究大多基于时域视角刻画溢出效应的动态时变特征,而从频域视角刻画全球金融市场间风险溢出的研究较少;三是已有研究对风险溢出的测量主要基于 VAR 模型,但传统 VAR 模型在估计高纬度数据时存在过度参数化的问题,而通常针对高维数据的 LASSO 方法未能考虑不同序列可能具有不同滞后阶数的问题;四是已有投资组合的研究大多根据全样本数据的条件协方差和方差计算样本内的投资风险管理策略,属于事后分析,未能反映投资者根据已有信息对未来进行投资组合预测分析的实际情况。

基于此,本研究拟开展以下研究工作:第一,根据 Barigozzi 和 Hallin^[33]提出的两阶段广义动态因子模型,提取各金融市场的特异性波动率^②;

第二,根据 DY 方法和 BK 方法,并结合前沿的 Hlag 模型构建方差分解溢出指数,分别从时域和频域角度考察各金融市场的静态和动态风险溢出效应;第三,分别绘制时域和频域下的金融市场风险溢出网络图,考察两两金融市场间的风险溢出特征;最后,采用 ADCC-GARCH 模型估计向一步 (one-step-ahead) 预测的条件协方差和方差,计算各金融市场两两投资组合的最优对冲比例和最优组合权重,为投资者风险管理提供参考依据。

与已有研究相比,本研究的边际贡献主要体现在:第一,对全球不同区域股票、外汇、债券和大宗商品市场间的风险溢出效应开展时域和频域风险溢出效应研究,较大范围地涵盖了不同区域、不同类别的金融市场,更好地衡量了时频视角下全球范围金融市场的风险溢出状况;第二,在 Hlag 模型的基础上,分别运用 DY 方法和 BK 方法,从时域视角和频域视角全面系统考察了全球金融市场的风险溢出水平和溢出结构,解决了 VAR 模型估计高维数据时过度参数化以及通常 LASSO 方法未能考虑不同序列可能具有不同滞后阶数等问题,更加准确地测量了风险溢出指数;第三,根据向一步预测的条件协方差和方差进行投资组合分析,属于样本外预测,更好地反映投资者根据已有可获得的信息对未来进行投资组合预测分析的实际情况。

1 模型、方法与数据说明

1.1 模型和方法介绍

1.1.1 特异性波动率

Barigozzi 和 Hallin^[33]提出的两阶段因子模型属于非参数的广义动态因子模型,该模型将波动率序列分解为共同市场因子驱动的波动率成分和各市场独有的特异性波动率成分,同时很好地避免了高维时间序列待估参数太多而自由度不足的问题。为了确定特异性信息在全球金融市场间的溢出效应,本研究根据两阶段广义动态因子模型,先将收益率分解为共同成分

^② 特异性波动率包含了各市场独有的特异性信息,本研究则主要测量的是特异性信息在全球金融市场间的溢出效应。同时本研究考察了 47 个金融市场的高维时间序列数据,使用传统的参数化模型会导致待估参数太多而自由度不足(即“维度诅咒”)。因此,本研究使用两阶段广义动态因子模型先将 47 个金融市场的收益率分解为共同成分和特异性成分,再根据收益率的特异性成分计算特异性波动率。

和特异性成分,再根据收益率的特异性成分计算特异性波动率.

1.1.2 频域下的风险溢出测度—BK 方法

Baruník 和 Krehlík^[21]在 DY 方法的基础上,结合广义方差分解的谱表示方法,将时域下的溢出测度分解到不同频率带,测度了频域下的风险溢出水平. 关键模型理论如下.

定义 $\mathbf{d} = (a, b)$, $a, b \in (-\pi, \pi)$, $a < b$. 那么,频率带 \mathbf{d} 上的广义方差分解定义为

$$(\theta_{\mathbf{d}})_{j,k} = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} \Gamma_j(\omega) (f(\omega))_{j,k} d\omega \quad (1)$$

其中 $(f(\omega))_{j,k}$ 表示在给定频率 ω 下,变量 j 的谱由于变量 k 的冲击而产生的部分,它可以解释为频率内因果关系强度指标. $\Gamma_j(\omega)$ 表示在给定频率上变量 j 的功率. 当 $\mathbf{d} = (-\pi, \pi)$ 时, $(\theta_{\infty})_{j,k} = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} \Gamma_j(\omega) (f(\omega))_{j,k} d\omega$ 等于时域下 $H \rightarrow \infty$ 时的 $(\theta_H)_{j,k}$. 使用广义方差分解的谱表示法,可以直接定义给定频段上的溢出水平为

$$(\tilde{\theta}_{\mathbf{d}})_{j,k} = \frac{(\theta_{\mathbf{d}})_{j,k}}{\sum_k (\theta_{\infty})_{j,k}} \quad (2)$$

$(\tilde{\theta}_{\mathbf{d}})_{j,k}$ 度量了在频率带 \mathbf{d} 上变量 k 对变量 j 的溢出水平. 在频率带 \mathbf{d} 上的总溢出指数 C^d 、溢入指数 $C_{j\bullet}^d$ 和溢出指数 $C_{\bullet j}^d$ 分别为

$$C^d = \frac{\sum_{k=1; k \neq j}^N (\tilde{\theta}_{\mathbf{d}})_{j,k}}{N} \times 100 \quad (3)$$

$$C_{j\bullet}^d = \sum_{k=1; k \neq j}^N (\tilde{\theta}_{\mathbf{d}})_{j,k} \times 100 \quad (4)$$

$$C_{\bullet j}^d = \sum_{k=1; k \neq j}^N (\tilde{\theta}_{\mathbf{d}})_{k,j} \times 100 \quad (5)$$

1.1.3 Hlag 模型

DY 方法和 BK 方法都基于 VAR 模型,而当 VAR 模型变量个数远大于样本个数时,使用普通最小二乘估计会出现待估参数过多而自由度不足的问题. 为解决该问题, Nicholson 等^[27]提出 Hlag 模型对模型参数进行估计. Hlag 模型包含三种结构,一是 Componentwise 结构(简称 Hlag-C 模型),允许每个边际方程具有自己最大的滞后阶数;二是 Own-Other 结构(简称 Hlag-O 模型),允许每个边际方程中变量自己的滞后项优先于其他变量的滞后项;三是 Elementwise 结构(简称 Hlag-E 模

型),允许每个边际方程具有自己最大的滞后阶数,且对不同变量的滞后项没有特殊规定,其系数都有可能根据惩罚项压缩至 0. 三种结构的凸最小二乘法目标函数(convex least squares objective function)分别为

1) Componentwise 结构的目标函数

$$\min_{v, \Phi} \left\{ \frac{1}{2T} \left\| \mathbf{y}_t - v - \sum_{i=1}^p \Phi_i \mathbf{y}_{t-i} \right\|_2^2 + \lambda \sum_{i=1}^k \sum_{l=1}^p \left\| \Phi_i^{(l:p)} \right\|_2 \right\} \quad (6)$$

2) Own-Other 结构的目标函数

$$\min_{v, \Phi} \left\{ \frac{1}{2T} \left\| \mathbf{y}_t - v - \sum_{i=1}^p \Phi_i \mathbf{y}_{t-i} \right\|_2^2 + \lambda \sum_{i=1}^k \sum_{l=1}^p \left[\left\| \Phi_i^{(l:p)} \right\|_2 + \left\| (\Phi_{i,-i}^{(l)}, \Phi_i^{([l+1]:p)}) \right\|_2 \right] \right\} \quad (7)$$

3) Elementwise 结构的目标函数

$$\min_{v, \Phi} \left\{ \frac{1}{2T} \left\| \mathbf{y}_t - v - \sum_{i=1}^p \Phi_i \mathbf{y}_{t-i} \right\|_2^2 + \lambda \sum_{i=1}^k \sum_{l=1}^p \sum_{l=1}^p \left\| \Phi_{ij}^{(l:p)} \right\|_2 \right\} \quad (8)$$

其中 v 表示截距向量, \mathbf{y}_t 表示 $n \times 1$ 的内生变量向量, Φ_i 表示 $n \times n$ 的 p 阶滞后多项式系数矩阵, $\Phi_{ij}^{(l:p)} = \{\Phi_{ij}^{(l)}, \dots, \Phi_{ij}^{(p)}\}$, 表示待估参数矩阵. $\|\mathbf{A}\|_2$ 表示矩阵 \mathbf{A} 的欧几里得范数(euclidean norm), 即两个点之间的真实距离; λ 是最优惩罚参数,其大小代表对待估参数的压缩程度.

由于时间序列数据存在自相关性,本研究借鉴 Nicholson 等^[34]的做法,运用滚动交叉验证法(rolling cross-validation)确定 λ 的值. 具体而言,通过网格法计算出一组递减的 λ 值,并通过最小化向前一步的均方预测误差(mean-squared forecast error, MSFE)寻找最优的 λ 值. 本研究将网格深度设为 50、长度设为 10. 给定评估期 $[T_1, T_2]$, 向前一步的均方预测误差计算过程为

$$MSFE(T_1, T_2) = \frac{1}{k(T_2 - T_1)} \sum_{i=1}^k \sum_{t=T_1}^{T_2-1} (\hat{y}_{i,t+1} - y_{i,t+1})^2 \quad (9)$$

其中 $\hat{y}_{i,t+1}$ 代表基于时间 t 之前的观测,对时间 $t+1$ 时刻变量 i 的预测值.

1.1.4 投资风险管理策略

在测量了全球金融市场两两之间的风险溢出

效应后,本研究从风险管理角度考察在某个市场遇到较大风险的情况下,如何通过另外一个市场的资产配置,实现风险对冲或套期保值,从而尽可能规避某个市场受到的风险冲击,为投资者风险管理提供参考。本研究首先基于 Cappiello 等^[35]提出的 ADCC-GARCH 模型,估计金融市场之间的动态条件相关性。然后,根据模型估计的条件方差-协方差矩阵,计算出各个变量之间的最优对冲比例和最优投资组合权重。

1.2 数据说明

本文的研究对象选取全球经济体量排名靠前的国家(地区),分别是:中国、中国香港、美国、英国、法国、德国、意大利、日本、俄罗斯、韩国、澳大利亚、加拿大、印度、巴西等 14 个国家(地区);研究的金融市场包括股票市场、债券市场、外汇市场以及原油、贵金属和农产品等大宗商品市场^③。各类金融市场采用的衡量指标如下:

1)股票市场采用各个国家(地区)代表性的股票指数来衡量;

2)外汇市场方面,由于美元是全球主要交易和流通的货币,因此美国的外汇市场采用美元指数衡量,其他国家(地区)的外汇市场采用本币兑美元的汇率衡量。由于法国、德国和意大利统一使用欧元作为官方货币,因此外汇市场只有 12 个汇率衡量指标;

3)债券市场采用各个国家(地区)的巴克莱综合国债指数衡量。其中,由于俄罗斯、印度、巴西这三个国家在国内发行的国债指数起始时间晚于 2007 年,未能涵盖 2007 年的全球金融危机,因此本研究采用这三个国家在离岸市场发行的美元债指数进行替代;

4)大宗商品市场采用原油期货价格、贵金属

期货价格(黄金、白银和铜)和农产品期货价格(大豆、玉米和小麦)来衡量。

最终,选取 14 个股票指数、12 个外汇汇率、14 个国债指数、7 个大宗商品期货,合计 47 个金融市场的数据(见表 1 和表 2)。根据数据可获得性,本研究样本区间为 2004 年 10 月 1 日至 2020 年 12 月 31 日,涵盖了 2007 年—2008 年全球金融危机以来的数据。为了解决全球股市非同步交易的问题,借鉴 Olbrys^[36]、刘程程等^[37]的研究,采用“共同交易窗口”方法处理数据^④。最终选取 4 194 个交易日的日度数据^⑤。股票指数、外汇汇率和大宗商品期货价格来源于 Wind 数据库,巴克莱综合国债指数来源于彭博数据库。

2 基于时域视角的风险溢出分析

首先提取各金融市场特异性波动率,然后结合 DY 方法和 Hlag 模型构建方差分解溢出指数,从时域视角对全球金融市场风险溢出效应的方向和强度进行静态分析,并对风险溢出效应随时间变化的特征进行动态分析。

2.1 时域视角风险溢出的静态分析

本研究对样本价格数据进行对数差分处理,计算出各金融市场的收益率。然后,运用 Barigozzi 和 Hallin^[33]提出的两阶段广义动态因子模型法,从收益率序列中提取波动率,并将波动率分解为所有市场受到相同因素驱动的共同波动率和每个金融市场独有的特异性波动率。

为观察共同波动率和特异性波动率面临冲击时的不同反应,对波动率进行脉冲响应分析。计算各金融市场的共同波动率和特异性波动率面对一

^③ 根据世界银行统计,除了中国香港外,其余 13 个国家均位列 2019 年全球 GDP 排名前 20 位,占世界全部国家 GDP 总和的 72%。加入中国香港主要是考虑到其作为国际金融中心之一(根据国际清算中心 2019 年调查,中国香港是全球第四大外汇市场),对其他金融市场具有较大的影响力。考虑到这 14 个国家(地区)较大的经济体量,它们金融市场的波动也会对全球金融市场具有较大影响。选择这几类金融市场基于以下原因:第一,这几类金融市场涵盖了最基础的金融市场,是绝大多数金融风险的载体,也是政策当局实施调控政策的主要场所。信用违约掉期、期货、期权等金融市场是以上述市场为基础的衍生市场,与基础金融市场的关联程度较高,衍生市场发生金融风险很大程度上跟基础金融市场的金融风险有关系。因此,本研究考察的这几类金融市场的金融风险较大程度上涵盖了各类金融风险的来源;第二,股票市场、债券市场、外汇市场是各个国家(地区)最基本金融市场,运行时间较长,发展较为完善,数据的时间范围可以涵盖 2007 年金融危机以来全球发生的各种金融风险事件。

^④ 具体而言,全球金融市场在周六、周日 2 天不开放交易(除了中国香港外汇市场一周交易 6 天之外),以这两天为基准调整各市场交易日期使交易时点匹配,形成“共同交易窗口”;随后保留公共交易时点,删除周六、周日以及大部分国家共同节假日(如圣诞节、元旦等)等日期的数据。同时,部分金融市场因意外事件导致个别日期暂停交易而缺失的数据,用前一交易日的数据进行替代。

^⑤ 由于篇幅所限,数据的描述性统计可联系作者邮箱,以备索方式提供。

个标准差的市场波动率冲击时的脉冲响应函数,并将每个滞后期中各金融市场脉冲响应值的中位数、最大值和最小值标识出来,展示在图 1 中^⑥。可以看到各金融市场的共同性波动率在整个脉冲响应滞后期中差异性较小,而各金融市场特异性波动率在冲击初期脉冲响应值的差异性更大,个别市场特异性波动率的脉冲响应值甚至出现负值^⑦。从趋势上看,共同波动率和特异性波动率的脉冲响应函数中位数均为正值,且在三周后(15 个滞后期)冲击的影响基本消失,说明波动率序列具有长记忆性;其中,全球金融市场的共同波动率在市场冲击初期脉冲响应值较高,随后快速下降;各金融市场的特异性波动率在市场冲击初期脉冲响应值较小,但下降速度较为缓慢。

在构建 Hlag 模型前,先要确定模型的最优惩罚项、滞后阶数和向前预测步数。为了确定最优惩罚项,本研究根据 Hansen 等^[38]提出的模型置信集(model confidence set, MCS)方法,对 Hlag 模型 3 种结构惩罚项:Componentwise 结构、Own-Other

结构和 Elementwise 结构,以及 2 种常见的 LASSO 方法惩罚项:基本结构(basic)和弹性网络结构(basic-elastic net),共 5 种惩罚项进行比较,在 75% 置信度下剔除预测效果较差的模型,最后留下具有相同预测能力的最优模型集(superior set of models)。基于 5 种不同惩罚项的 VAR 模型对样本数据进行拟合,并用 MCS 方法进行比较,结果如表 3 所示。鉴于 Hlag-E 模型的预测误差更小(Loss 值为 274.53),因此选取 Hlag-E 模型拟合样本。

在滞后阶数的选择上, Nicholson 等^[27]建议根据数据频率的特征来设置 Hlag 模型的最大滞后阶数。由于本研究的样本数据的频率是日度数据,分别将最大滞后阶数设置为 1—5 依次拟合样本,并计算拟合后的均方预测误差,结果显示当滞后阶数为 3 时均方预测误差最小,因此将 Hlag-E 模型的最大滞后阶数设置为 3。在向前预测步数上,理论上广义方差分解的谱表示需要令向前预测步数 $H \rightarrow \infty$,但在实际应用中只需将 H 设定足够大即可^[23],本研究将其设为 100。

表 1 股票、外汇、债券市场衡量指标及简称

Table 1 Stock, foreign exchange and bond market measurement indicators and abbreviations

国家或地区	股票市场		外汇市场		债券市场	
	衡量指标	简称	衡量指标	简称	衡量指标	简称
中国	沪深 300 指数	中国股票	美元兑人民币	中国外汇	Bloomberg Barclays China Treasury Total Return Index CNY	中国债券
中国香港	恒生指数	中国香港股票	美元兑港币	中国香港外汇	Bloomberg Barclays Global Treasury-Hong Kong Total Return Index Unhedged HKD	中国香港债券
美国	标准普尔 500 指数	美国股票	美元指数	美国外汇	Bloomberg Barclays US Treasury Index	美国债券
英国	伦敦金融时报 100 指数	英国股票	英镑兑美元	英国外汇	Bloomberg Barclays UK Govt All Bonds Total Return	英国债券
法国	巴黎 CAC40 指数	法国股票	欧元兑美元	欧元区外汇	Bloomberg Barclays France Govt All Bonds Total Return	法国债券
德国	法兰克福 DAX 指数	德国股票			Bloomberg Barclays Germany Govt All Bonds Total Return	德国债券
意大利	意大利 ITLMS 指数	意大利股票			Bloomberg Barclays Italy Govt All Bonds Total Return	意大利债券

⑥ 其余金融市场脉冲响应值处于最大值和最小值之间,但未在图中标识出来。

⑦ 出现负值的市场为中国外汇市场和中国香港债券市场 2 个金融市场,意味着这些市场遭受市场冲击时特异性波动率变小了(共同波动率均为正值,且共同波动率和特异性波动率两者相加也仍为正值,所以受到冲击后整体波动率仍是变大的),这可能与这两个市场更容易受外界共同因素影响有关。考虑到这种情况仅出现在上述 2 个金融市场,其余 45 个金融市场的特异性波动率受冲击后仍然呈现初期脉冲响应值较小,且下降速度较为缓慢的特征,因此本研究仅对大部分市场特异性波动率受冲击后的脉冲响应大致趋势进行分析。

续表1

Table 1 Continues

国家或地区	股票市场		外汇市场		债券市场	
	衡量指标	简称	衡量指标	简称	衡量指标	简称
日本	东京日经225指数	日本股票	美元兑日元	日本外汇	Bloomberg Barclays Asian-Pacific Japan Treasury Total Return Index Value Unhedged JPY	日本债券
俄罗斯	俄罗斯RTS指数	俄罗斯股票	美元兑卢布	俄罗斯外汇	Bloomberg Barclays Emerging Markets Russia Total Return Index Value Unhedged USD	俄罗斯债券
韩国	韩国综合指数	韩国股票	美元兑韩元	韩国外汇	Bloomberg Barclays Global Treasury: South Korea Total Return Index Unhedged WON	韩国债券
澳大利亚	澳大利亚普通股指数	澳大利亚股票	澳元兑美元	澳大利亚外汇	Bloomberg Barclays Australian Govt All Bonds Total Return	澳大利亚债券
加拿大	多伦多股票交易所300指数	加拿大股票	美元兑加元	加拿大外汇	Bloomberg Barclays Canada Aggregate-Treasury Total Return Index Unhedged USD	加拿大债券
印度	孟买敏感30指数	印度股票	美元兑卢比	印度外汇	Bloomberg Barclays EM USD Aggregate: India Total Return Index Unhedged USD	印度债券
巴西	圣保罗IBOVESPA指数	巴西股票	美元兑雷亚尔	巴西外汇	Bloomberg Barclays Emerging Markets Brazil Total Return Index Value Unhedged USD	巴西债券

表2 大宗商品市场衡量指标及简称

Table 2 Commodity market measurement indicators and abbreviations

大宗商品市场		
品种	衡量指标	简称
原油	纽约商业交易所(NYMEX)西德克萨斯中质原油期货结算价	原油
农产品	芝加哥期货交易所(CBOT)大豆期货结算价	大豆
	芝加哥期货交易所(CBOT)玉米期货结算价	玉米
	芝加哥期货交易所(CBOT)小麦期货结算价	小麦
贵金属	纽约商品交易所(COMEX)黄金	黄金
	纽约商品交易所(COMEX)白银	白银
	纽约商品交易所(COMEX)铜	铜

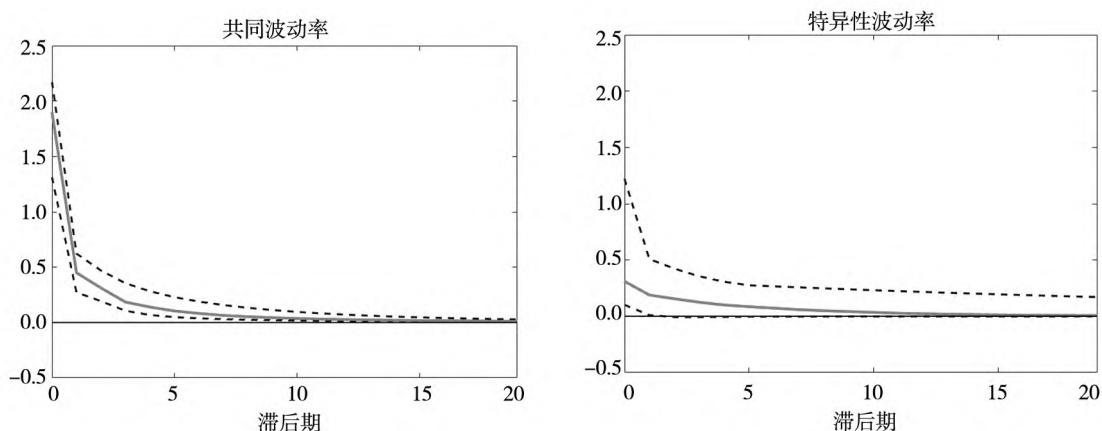


图1 共同波动率和特异性波动率面对市场波动冲击的脉冲响应

Fig. 1 Impulse-response functions of common volatilities and idiosyncratic volatilities to market volatility shocks

表 3 基于 MCS 方法的 2 种最优惩罚项结构检验结果

Table 3 Test results of 2 optimal penalty term structures based on MCS method

模型	Rank_M	v_M	MCS_M	Rank_R	v_R	MCS_R	Loss
Hlag-Own/Other	2	1.72	0.087 2	2	1.72	0.087 2	274.72
Hlag-Elementwise	1	-1.72	1	1	-1.72	1	274.53

注: 运用 MCS 方法对 5 种惩罚项进行比较, 在 75% 置信度下剔除预测效果较差的 3 种模型, 最后只留下 Hlag- Elementwise 和 Hlag- Own/Other 2 种具有相同预测能力的最优模型。其中, 第 1 列 ~ 第 3 列和第 4 列 ~ 第 6 列分别代表 $T\text{-max}$ 和 R 两种不同统计量的检验结果, $Loss$ 为损失值, 代表样本外预测误差。

根据前文提取的各金融市场特异性波动率和参数设置, 建立 Hlag-E 模型, 并进行广义预测误差方差分解, 得到时域下全样本的全球金融市场风险溢出效应表(见表 3)^⑧。其中, TO 表示风险溢出指数, 即列所在金融市场对其他金融市场的风险溢出效应; $FROM$ 表示风险溢入指数, 即列所在金融市场受到其他金融市场的风险溢出效应; NET 表示净风险溢出指数, 即列所在金融市场的

净风险溢出效应, 等于 TO 指标减去 $FROM$ 指标; 总溢出指数表示全部金融市场的风险溢出效应, 等于全部金融市场 TO 指标或者 $FROM$ 指标的平均值。

表 4 显示, 从总溢出指数看, 全球各金融市场风险溢出的平均值为 21.1%, 表明平均而言, 全球金融市场的震荡有 21.1% 是由外部金融市场的风险溢出引起的。

表 4 时域下的全球金融市场风险溢出效应

Table 4 Risk spillover effects of global financial markets in time domain

股票 市场	中国	中国 香港	美国	英国	法国	德国	意大利	日本	俄罗斯	韩国	澳大 利亚	加拿 大	印度	巴西
TO	10.26	13.92	27.54	26.21	34.44	34.90	24.26	18.31	10.56	15.81	15.06	19.71	9.66	10.12
$FROM$	9.89	17.25	22.22	23.51	31.22	31.22	24.25	22.40	13.60	18.61	20.13	22.07	14.69	10.31
NET	0.37	-3.33	5.32	2.70	3.22	3.68	0.01	-4.09	-3.04	-2.80	-5.07	-2.36	-5.03	-0.19
外汇 市场	中国	中国 香港	美元 指数	英国	欧元区	日本	俄罗斯	韩国	澳大 利亚	加拿 大	印度	巴西		
TO	7.09	9.23	26.34	14.97	15.22	14.73	15.73	43.29	11.52	13.74	8.79	10.46		
$FROM$	9.31	8.94	18.55	14.72	17.44	22.11	14.88	39.61	21.56	14.65	12.47	13.67		
NET	-2.22	0.29	7.79	0.25	-2.22	-7.38	0.85	3.68	-10.04	-0.91	-3.68	-3.21		
债券 市场	中国	中国 香港	美国	英国	法国	德国	意大利	日本	俄罗斯	韩国	澳大 利亚	加拿 大	印度	巴西
TO	4.88	8.56	40.01	24.93	49.02	56.33	18.44	12.84	18.05	37.19	10.33	33.02	38.77	28.80
$FROM$	5.10	12.24	32.45	26.79	41.84	43.88	21.54	16.77	21.74	37.84	18.88	28.78	31.81	24.09
NET	-0.22	-3.68	7.56	-1.86	7.18	12.45	-3.10	-3.93	-3.69	-0.65	-8.55	4.24	6.96	4.71
大宗 商品	原油	大豆	玉米	小麦	黄金	白银	铜	总溢出						
TO	10.52	14.26	19.44	17.28	38.09	36.77	12.57	21.10						
$FROM$	12.63	13.90	17.94	17.23	31.73	30.64	14.87							
NET	-2.11	0.36	1.50	0.05	6.36	6.13	-2.30							

TO 指标方面, 分市场类型看, 债券、股票、外汇和大宗商品这 4 类市场风险溢出指数合计分别为 381.17%、270.76%、191.11%、170.03%, 说明债券市场对外的风险溢出效应相对较高, 这主

要是由于债券尤其是国债的收益率代表着无风险收益率, 是其他金融资产的定价基准。债券市场方面, 溢出指数最大的依次是德国(56.33%)^⑨、法国(49.02%)和美国(40.01%), 说明这几个国家

⑧ 由于篇幅所限, 这里无法呈现所有的风险溢出矩阵结果, 仅给出各金融市场总溢出指数、总溢入指数和净溢出指数。

⑨ 括号中的数表示该金融市场相应的溢出指数、溢入指数或净溢出指数, 下同。

的债券市场对其他金融市场造成的风险冲击较大;从两两金融市场溢出^⑩看,德国债券市场对法国债券市场的溢出指数最大(23.56%),法国债券市场对德国债券市场的溢出指数最大(22.65%),美国债券市场对加拿大债券市场的溢出指数最大(10.03%)。外汇市场方面,溢出指数最大的依次是韩国外汇市场(43.29%)和美元指数(26.34%);从两两金融市场溢出看,韩国外汇市场对韩国债券市场的溢出指数最大(26.43%),美元指数对欧元区外汇市场的溢出指数最大(3.87%)。股票市场方面,溢出指数最大的依次是德国(34.9%)、法国(34.44%)和美国(27.54%)的股票市场;从两两金融市场溢出看,德国股票市场对法国债券市场的溢出指数最大(11.28%),法国股票市场对德国股票市场的溢出指数最大(11.24%),美国股票市场对加拿大股票市场的溢出指数最大(3.19%)。大宗商品市场方面,溢出指数最大的是黄金(38.09%)和白银(36.77%)。

从 *FROM* 指标看,债券市场方面,溢入指数最大的依次是德国(43.88%)、法国(41.84%)和韩国(37.84%);从两两金融市场溢入看,德国债券市场对法国债券市场的溢入指数最大(22.65%),法国债券市场对德国债券市场的溢入指数最大(23.56%),韩国债券市场对韩国外汇市场的溢入指数最大(26.43%)。外汇市场方面,溢入指数最大的依次是韩国(39.61%)、日本(22.11%)、澳大利亚(21.56%)外汇市场;从两两金融市场溢入看,韩国外汇市场对韩国债券市场的溢入指数最大(25.5%),日本外汇市场对日本债券市场的溢入指数最大(4.65%),澳大利亚外汇市场对美元指数的溢入指数最大(1.44%)。股票市场方面,溢入指数较大的是德国(31.22%)、法国(31.22%)、意大利(24.25%)的股票市场;从两两金融市场溢入看,德国股票市场对法国股票市场的溢入指数最大(11.24%),法国股票市场对德国股票市场的溢入指数最大(11.28%),意大利股票市场对法国股票市场的溢入指数最大(7.08%)。大宗商品市场方面,溢入指数最大的是黄金(31.73%)和白银(30.64%)。

从上述分析可以看出,对于德国债券市场和法国债券市场而言,两者互为对方溢出指数最大的市场,由于一方的溢出为另一方的溢入,因此两者也互为对方溢入指数最大的市场。而且德国股票市场和法国股票市场也呈现出这种特征。德国和法国的股票市场、债券市场相互之间具有较高的风险溢出或溢入水平,主要原因是这两个国家同属欧元区,经济金融环境较为相似,更容易受到相同市场因素的影响。对于韩国外汇市场和韩国债券市场而言,两者相互之间的风险溢出指数较大,这是由于韩国发行国债的资金来源中,外资占比较高,达到15.2%(2018年),且韩国国债预期收益率是外国投资者投资债券的重要影响因素,从而导致韩国外汇市场与债券市场之间风险溢出水平较高。对于美国的股票、债券、外汇市场而言,由于美元是世界上主要的流通和结算货币,其开放程度较高,辐射范围更广,影响因素更为多元化,因此其风险溢出未集中在某个单一的外部市场,也不容易受到外部某个单一市场的风险冲击,因此美国相关金融市场的风险溢出和溢入指数表现为对其他金融市场的影晌更为分散,合计数未超过德国和法国、韩国相关金融市场的风险溢出和溢入指数。黄金和白银的风险溢出指数、风险溢入指数在大宗商品市场中较大,主要是因为黄金和白银这两个市场的风险关联性较高。

从 *NET* 指标看,净风险溢出指数排名前五的金融市场是德国债券(12.45%)、美元指数(7.79%)、美国债券(7.56%)、法国债券(7.18%)和印度美元债市场(6.96%),说明这几个金融市场是全球金融风险的主要净输出方,对其他金融市场造成较强的风险溢出效应;净风险溢出指数排名倒数前五的金融市场是澳大利亚外汇(-10.04%)、澳大利亚债券(-8.55%)、日本外汇(-7.38%)、澳大利亚股票(-0.57%)和印度股票(-5.03%)市场,说明这几个金融市场是全球金融风险的主要净输入方,容易受到其他金融市场的风险溢出影响。

就我国而言,中国股票、外汇和国债市场的风险溢出指数分别为10.26%、7.09%、4.88%,溢入指数分别为9.89%、9.31%、5.1%,数值均相对较低,在全球金融市场的溢出指数和溢入指数

^⑩ 由于篇幅所限,两两金融市场的风险溢出矩阵以备索方式提供。

中排名靠后。从 NET 指标看,中国股票市场的净溢出指数为 0.37%,是风险净输出方;中国外汇市场和国债市场净溢出指数为 -2.22% 和 -0.22%,是风险的净输入方,数值也相对较低。这主要是因为样本期间中国资本市场呈现逐步对外开放的趋势,平均而言中国三个金融市场对外风险输出和受到外部风险冲击均相对较小。

2.2 时域视角风险溢出的动态分析

为考察金融市场风险溢出的动态变化,本研究以 300 天作为滚动时间窗口,用 Hlag-E 模型估

计窗口数据在时域下的总风险溢出指数,度量全球金融市场在整个样本期内风险溢出水平的时变特征,并对影响风险溢出指数的相关事件进行分析。

图 2 描绘了时域下全球金融市场的动态风险溢出水平,并用虚线标记了影响风险溢出指数的代表性事件对应时间点,具体发生的事件列示于表 5。可以看出,全球金融市场的总风险溢出指数在 21.88%–40.67% 之间,说明全球金融市场的风险具有跨市场传染效应。



图 2 时域下全球金融市场的动态风险溢出效应

Fig. 2 Dynamic risk spillover effects of global financial markets in time domain

注:图中横坐标标签代表每年年初,纵坐标标签代表总风险溢出指数,虚线标记了风险溢出指数变动较大的代表性事件

对应时间点,具体发生的事件列示于表 5。

表 5 影响全球总风险溢出指数的代表性事件时间

Table 5 Timeline of representative events affecting the global total risk spillover index

事件序号	时间	相关事件
1	2006 年 5 月 10 日	美联储决定提高联邦基金利率目标,大量套利交易平仓
2	2007 年 6 月 8 日	2 月–6 月,三家美国抵押贷款公司破产,股票市场受到影响
3	2008 年 1 月 21 日–2008 年 1 月 24 日	法国兴业银行涉嫌违规巨额交易,以及美联储宣布降息
4	2008 年 9 月 15 日	雷曼兄弟公司宣布破产,随后美国财政部向美国国际集团和美国的主要商业银行大量注资
5	2009 年 8 月 12 日	美联储宣布维持联邦基金利率,并计划购买抵押贷款支持证券、机构债务和国债
6	2010 年 4 月–2010 年 5 月	希腊债务危机加剧,欧洲中央银行宣布救援方案和紧缩措施,导致雅典抗议
7	2011 年 10 月 27 日	希腊债务减记
8	2012 年 7 月	Libor 操纵丑闻和随后监管部门宣布罚款
9	2013 年 5 月 23 日	美联储表示将考虑缩减债券购买计划规模
10	2013 年 12 月 18 日	美联储宣布 2014 年 1 月开始缩减债券购买计划规模
11	2015 年 1 月 22 日	欧洲央行宣布实施量化宽松政策
12	2015 年 5 月–2015 年 6 月	欧元区大部分主权债出现负收益率,且价格在 5 月、6 月间大幅波动
13	2015 年 8 月 24 日	全球股市下跌

续表 5
Table 5 Continues

事件序号	时间	相关事件
14	2016 年 6 月 24 日	英国通过脱欧公投
15	2016 年 11 月 11 日	美国总统大选后全球债券遭抛售
16	2017 年 6 月 14 日	美联储将联邦基金利率提高 25bp
17	2019 年 5 月 10 日、2019 年 5 月 13 日	中美相互调高关税
18	2019 年 8 月 1 日、2019 年 9 月 18 日、 2019 年 10 月 31 日	美联储 4 个月内连续降息 3 次
19	2020 年 3 月 9 日	重大公共卫生安全事件引发全球金融市场动荡
20	2020 年 8 月 24 日	受美联储宽松政策影响,美元指数持续下跌,对新兴国家金融市场造成影响

基于 Hlag 模型的 DY 方法较好地测量 2006 年以来全球金融风险事件风险溢出水平。如 2007 年—2009 年全球金融危机期间,全球金融市场的总溢出指数呈现逐步上升趋势,于 2009 年 1 月达到 36.44% 的阶段高点。随着救助措施出台,总风险溢出指数开始逐步下降。2009 年 8 月 12 日,美联储宣布把联邦基金利率的目标区间维持在 0% 至 0.25%,并计划在年底前购买抵押贷款支持证券、机构债务和国债。该事件导致总风险溢出指数上升到 37.63% 的阶段高点,但短期即恢复到事件发生前水平。

2010 年—2012 年欧债危机期间,受希腊总理披露赤字,欧盟、欧洲央行和国际货币基金组织救助,债务减记等一系列事件影响,总溢出指数出现一轮上涨,于 2011 年 12 月达到 32.15% 的阶段高点。2015 年,受欧洲央行实施量化宽松政策、在二级市场购买债券影响,欧元区大部分主权债出现负收益率,且价格在 5 月、6 月间出现大幅波动,导致 2015 年 5 月总溢出指数达到 32.99% 的阶段

高点。2019 年 5 月 10 日和 2019 年 5 月 13 日,受中美贸易摩擦影响,中美之间相互调高对方进口产品关税,导致总风险溢出指数提高 0.9 个百分点,达到 24.80%。同年 8 月~12 月,美联储 4 个月内连续降息 3 次,导致总风险溢出指数呈现上升趋势。2020 年,受重大公共卫生安全事件影响,3 月 9 日,美股市市场出现“熔断”行情,美国国债收益率创新低,原油价格暴跌,全球金融市场波动加剧,导致总风险溢出指数迅速上升,并在 2020 年 4 月 6 日达到 40.67% 的样本期间最高点。受美联储宽松政策影响,美元指数持续下跌,并对新兴国家金融市场产生溢出效应,导致 8 月 24 日总风险溢出指数快速上升 3.22 个百分点,达到 39.96%。

进一步对中国金融市场净风险溢出效应的动态分析发现,中国股票(见图 3)、外汇(见图 4)和国债市场(见图 5)净风险溢出指数在绝大部分的样本区间为负,这表明在全球金融市场风险溢出中,中国金融市场是金融风险的净输入方。

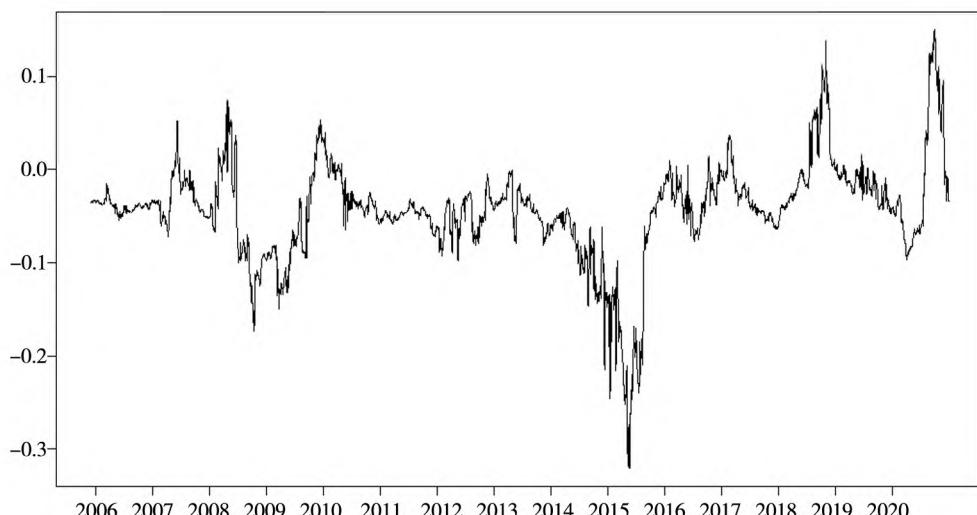


图 3 中国股票市场净风险溢出效应
Fig. 3 Net risk spillover effects of China's stock market

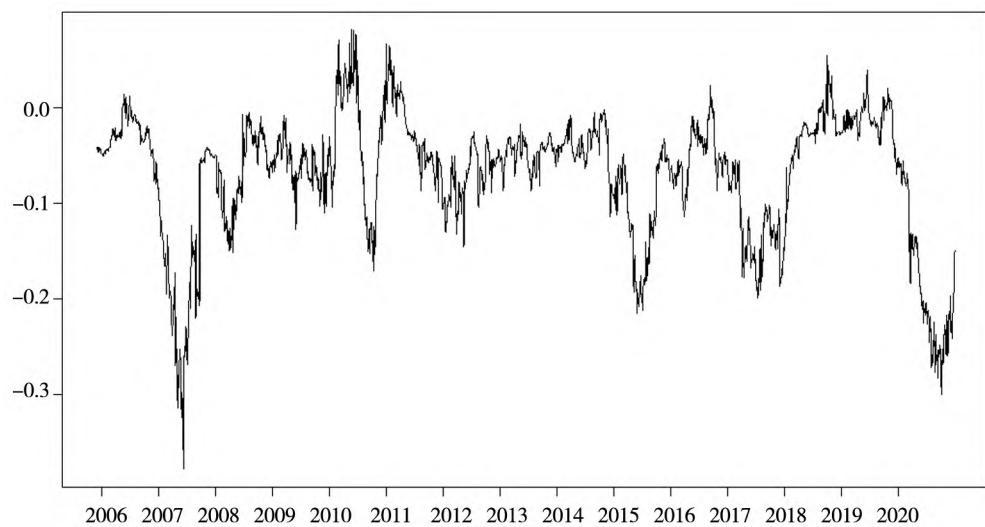


图 4 中国外汇市场净风险溢出效应

Fig. 4 Net risk spillover effects of China's foreign exchange market

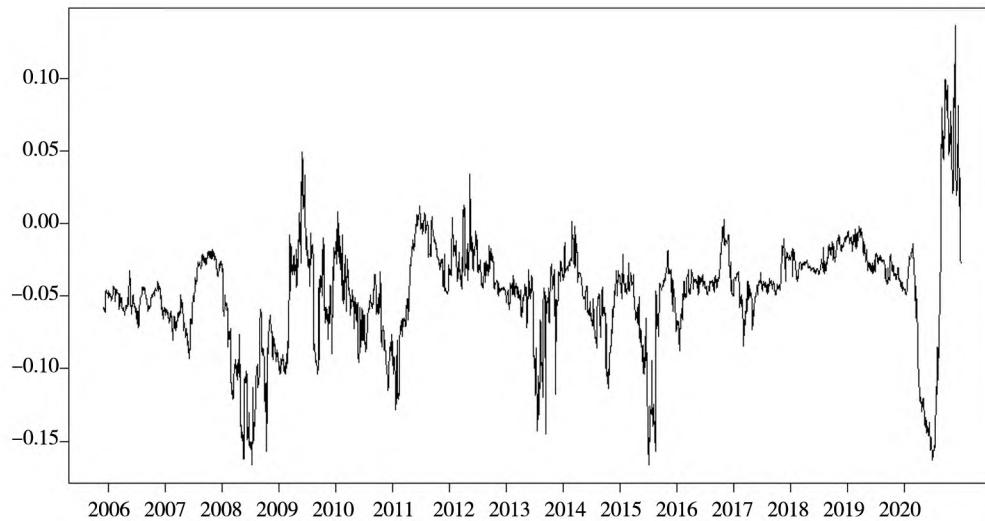


图 5 中国债券市场净风险溢出效应

Fig. 5 Net risk spillover effects of China's bond market

从中国股票市场来看,2008 年,全球金融危机导致美国股票、美元指数等市场发生震荡,中国股票市场受此影响成为风险净输入方,净风险溢出指数达到阶段低点。随着中国资本市场不断对外开放,中国股票市场更容易受到其他金融市场的风险溢出影响,净风险溢出指数的波动幅度有所提高。如 2015 年,中国股票市场出现大幅震荡,除了受股票融资大幅增加等内部因素影响外,还受欧元区债券大幅波动、人民币贬值等外部市场风险溢出影响,导致净风险溢出指数达到 -0.32% 的样本区间的最低点。2018 年,受中美贸易摩擦影响,中国股票市场对其他市场尤其是

美国金融市场的风险溢出加大,成为风险净输出方。2020 年初,受重大公共卫生安全事件引发的全球金融市场动荡影响,中国股票市场是风险净输入方,随着重大公共卫生安全事件在中国率先得到控制以及经济逐步恢复,中国股票市场逐步成为风险净输出方。

从中国外汇市场看,2007 年,受金融危机影响,美元指数大幅下跌,中国外汇市场成为风险净输入方,导致净风险溢出指数达到 -0.38% 的样本区间最低点。2015 年 8 月 11 日,中国人民银行调整人民币对美元汇率中间价的报价机制(即“811”汇改)。此后人民币汇率形成机制更加市场

化,更容易受到其他国家外汇市场的风险溢出影响,净风险溢出指数波动幅度加大。如2015年欧洲债券市场波动、2017年美元贬值和2020年重大公共卫生安全事件引发的金融市场动荡期间,中国外汇市场均受到外部金融市场的风险溢出影响,成为风险净输入方。

从中国债券市场看,由于债券市场尤其是国债市场仍不完善,因此净溢出指数相对较小,且波动幅度不大。与股票市场一样,在2020年重大公共卫生安全事件期间,中国债券市场在事件初期是风险的净输入方,随着重大公共卫生安全事件在中国率先得到控制以及货币政策恢复常态,中国债券市场逐步成为金融风险的净输出方。

综上所述,全球金融市场的总风险溢出指数为21.1%,说明全球金融市场的震荡有21.1%是由外部金融市场风险溢出引起的。从市场类型来看,风险溢出效应从大到小依次是债券市场、股票市场、外汇市场和大宗商品市场。基于Hlag-E模型的DY方法较好地测量了2006年以来的全球金融风险事件的风险溢出水平。中国股票、外汇、债券市场在样本区间的风险输出和风险输入均相对较小,且大部分时间是金融风险的净输入方。

3 基于频域视角的风险溢出分析

本研究进一步运用BK方法,结合Hlag-E模型构建方差分解溢出指数,从频域视角对各金融市场的风险溢出效应进行静态分析和动态分析。

3.1 基于频域视角的风险溢出静态分析

本研究划分了三个频率带,其中, $d = \left(\frac{\pi}{3}, \pi\right)$ 为高频率带,对应的周期长度是1天至3天,代表短期; $d = \left(\frac{\pi}{22}, \frac{\pi}{3}\right)$ 为中频率带,周期长度是3至22天(22个交易日大约为一个自然月),代表中期; $d = \left(0, \frac{\pi}{22}\right)$ 为低频率带,周期长度是22天以上,代表长期。基于特异性波动率数据,结合BK方法建立Hlag-E模型,并进行广义预测误差方差分解,得到三个周期下全样本的全球金融市场风

险溢出效应(见表6~表8)。

表6~表8显示,时域下21.1%的总溢出指数在频域下被分解为短、中、长期的总溢出指数,分别为8.31%、8.34%和4.45%,占比分别为39.38%、39.53%和21.09%,说明全球金融市场间的风险溢出主要集中在短期和中期。从TO、FROM和NET指标来看,短、中、长期下全球各金融市场之间风险溢出、风险溢入和净风险溢出指数的相对大小与时域下基本一致,即时域下风险溢出水平高的金融市场,短、中、长期的风险溢出水平也相对较高。但个别金融市场短、中、长期的风险溢出存在一定差别。例如,美国股票市场短、中、长期的风险溢出指数分别为5.9%、12.73%、8.88%,风险溢入指数分别为5.01%、9.9%、7.27%;短、中、长期风险溢出指数在全球金融市场的排名分别为第24位、第12位和第2位,风险溢入指数排名分别为第29位、第16位和第4位,在全球金融市场中的相对排名逐步提高。说明美国股票市场在长期对其他金融市场的风险溢出范围更广,同时也受到更多其他金融市场长期风险的影响。这是因为股票市场长期来看是经济基本面的反映,当股票市场出现长期的波动说明经济基本面发生了变化。而美国作为世界第一大经济体,其经济基本面的变化会对其他国家的经济产生较大影响,反映在金融市场上即是对其它金融市场产生长期风险影响。

原油市场短、中、长期的风险溢出指数分别为2.13%、5.03%、3.41%,风险溢入指数分别为1.95%、6.18%、4.53%;短、中、长期风险溢出指数排名分别为第44位、第33位和第28位,风险溢入指数排名分别为第46位、第37位和第24位。这说明原油市场对其他金融市场的短期风险溢出效应相对较小,对其他金融市场的中长期风险溢出相对更强。这是由于原油市场的长周期波动反映了原油供应对各国实体经济的影响,原油市场在长期会对更广泛的其他金融市场造成风险溢出,而较少受到市场短期情绪的影响^⑪。

就中国而言,中国股票市场短、中、长期风险

^⑪ 虽然大宗商品具有较强的周期性,其风险溢出(或溢入)主要集中在中、长期;但在短期,大宗商品仍对其他市场存在风险溢出(或溢入),只是短期风险溢出指数相对较小。

溢出指数分别为 2.55%、4.71%、3%，在全球金融市场的排名分别为第 42 位、第 37 位和第 34 位。这可能是因为中国作为世界第二大经济体，经济基本面的变化会对其他国家的经济产生影响，所以中国股票市场长期风险溢出的影响范围也

更加广泛。除此之外，中国短、中、长期的外汇和债券市场风险溢出指数和溢入指数都相对较小，在全球金融市场的溢出指数和溢入指数中排名靠后，在各周期下对外风险输出和受到外部风险冲击均相对较小。

表 6 短期(1 天 ~3 天)全球金融市场风险溢出效应

Table 6 Short-term (1 day ~ 3 days) risk spillover effects of global financial markets

股票市场	中国	中国香港	美国	英国	法国	德国	意大利	日本	俄罗斯	韩国	澳大利亚	加拿大	印度	巴西
TO	2.55	4.06	5.90	9.01	16.37	14.88	9.36	6.58	2.42	4.41	3.81	3.96	1.86	2.69
FROM	2.99	4.26	5.01	9.35	15.52	14.17	10.33	7.28	2.47	4.91	4.22	3.80	1.95	3.02
NET	-0.44	-0.20	0.89	-0.34	0.85	0.71	-0.97	-0.70	-0.05	-0.50	-0.41	0.16	-0.09	-0.31
外汇市场	中国	中国香港	美元指数	英国	欧元区	日本	俄罗斯	韩国	澳大利亚	加拿大	印度	巴西		
TO	1.96	3.01	9.77	5.47	5.57	7.70	3.19	20.40	4.00	3.69	3.10	2.57		
FROM	2.71	2.75	8.15	5.91	6.77	8.65	3.19	18.45	5.46	3.88	3.80	2.95		
NET	-0.75	0.26	1.62	-0.44	-1.20	-0.95	0.00	1.95	-1.46	-0.19	-0.70	-0.38		
债券市场	中国	中国香港	美国	英国	法国	德国	意大利	日本	俄罗斯	韩国	澳大利亚	加拿大	印度	巴西
TO	1.27	4.09	18.66	11.64	25.93	28.63	8.34	6.18	5.29	18.41	4.22	13.80	13.48	8.40
FROM	1.64	5.12	16.01	12.81	23.06	24.50	9.59	6.63	4.76	18.60	6.84	14.96	11.79	8.25
NET	-0.37	-1.03	2.65	-1.17	2.87	4.13	-1.25	-0.45	0.53	-0.19	-2.62	-1.16	1.69	0.15
大宗商品	原油	大豆	玉米	小麦	黄金	白银	铜							总溢出
TO	2.13	6.68	9.52	8.50	16.80	16.01	4.00							
FROM	1.95	7.21	9.28	9.37	15.83	15.42	4.70							8.31
NET	0.18	-0.53	0.24	-0.87	0.97	0.59	-0.70							

表7 中期(4天~22天)全球金融市场风险溢出效应

Table 7 Medium-term (4 days ~ 22 days) risk spillover effects of global financial markets

股票市场	中国	中国香港	美国	英国	法国	德国	意大利	日本	俄罗斯	韩国	澳大利亚	加拿大	印度	巴西
<i>TO</i>	4.71	6.06	12.73	10.96	12.28	13.10	9.62	7.37	4.76	6.93	6.66	9.11	4.56	4.38
<i>FROM</i>	4.05	7.74	9.90	9.17	10.75	11.21	9.05	9.46	6.48	8.16	9.53	10.95	7.36	4.39
<i>NET</i>	0.66	-1.68	2.83	1.79	1.53	1.89	0.57	-2.09	-1.72	-1.23	-2.87	-1.84	-2.80	-0.0
外汇市场	中国	中国香港	美元指数	英国	欧元区	日本	俄罗斯	韩国	澳大利亚	加拿大	印度	巴西		
<i>TO</i>	2.80	3.69	11.22	6.15	6.20	5.00	7.21	15.77	4.82	6.19	3.64	4.67		
<i>FROM</i>	3.52	3.98	6.83	5.98	7.51	9.17	6.60	14.58	10.00	6.30	5.52	6.31		
<i>NET</i>	-0.72	-0.29	4.39	0.17	-1.31	-4.17	0.61	1.19	-5.18	-0.11	-1.88	-1.64		
债券市场	中国	中国香港	美国	英国	法国	德国	意大利	日本	俄罗斯	韩国	澳大利亚	加拿大	印度	巴西
<i>TO</i>	2.28	3.08	14.71	9.32	17.04	20.02	7.01	4.68	7.57	13.30	4.04	13.19	16.11	12.88
<i>FROM</i>	2.21	5.08	11.67	10.10	14.24	14.73	8.44	6.73	9.56	13.63	8.13	9.93	12.50	9.91
<i>NET</i>	0.07	-2.00	3.04	-0.78	2.80	5.29	-1.43	-2.05	-1.99	-0.33	-4.09	3.26	3.61	2.97
大宗商品	原油	大豆	玉米	小麦	黄金	白银	铜							总溢出
<i>TO</i>	5.03	5.21	6.98	6.17	13.91	13.66	5.42							
<i>FROM</i>	6.18	4.85	6.50	5.76	10.87	10.48	6.20							8.34
<i>NET</i>	-1.15	0.36	0.48	0.41	3.04	3.18	-0.78							

表8 长期(22天以上)全球金融市场风险溢出效应

Table 8 Long-term (over 22 days) risk spillover effects of global financial market

股票市场	中国	中国香港	美国	英国	法国	德国	意大利	日本	俄罗斯	韩国	澳大利亚	加拿大	印度	巴西
TO	3.00	3.80	8.88	6.25	5.77	6.95	5.29	4.36	3.42	4.51	4.54	6.56	3.15	2.95
FROM	2.86	5.22	7.27	4.93	4.91	5.90	4.86	5.64	4.62	5.57	6.36	7.32	5.44	2.90
NET	0.14	-1.42	1.61	1.32	0.86	1.05	0.43	-1.28	-1.20	-1.06	-1.82	-0.76	-2.29	0.05
外汇市场	中国	中国香港	美元指数	英国	欧元区	日本	俄罗斯	韩国	澳大利亚	加拿大	印度	巴西		
TO	2.28	2.49	5.35	3.35	3.44	2.04	5.39	7.15	2.70	3.91	2.10	3.21		
FROM	3.05	2.17	3.58	2.78	3.17	4.30	5.08	6.51	6.10	4.46	3.19	4.41		
NET	-0.77	0.32	1.77	0.57	0.27	-2.26	0.31	0.64	-3.40	-0.55	-1.09	-1.20		
债券市场	中国	中国香港	美国	英国	法国	德国	意大利	日本	俄罗斯	韩国	澳大利亚	加拿大	印度	巴西
TO	1.28	1.28	6.70	3.98	6.07	7.62	3.07	1.97	5.18	5.46	2.02	6.04	9.18	7.51
FROM	1.15	2.04	4.80	3.90	4.45	4.70	3.45	3.40	7.49	5.69	3.91	3.93	7.50	5.91
NET	0.13	-0.76	1.90	0.08	1.62	2.92	-0.38	-1.43	-2.31	-0.23	-1.89	2.11	1.68	1.60
大宗商品	原油	大豆	玉米	小麦	黄金	白银	铜							总溢出
TO	3.41	2.36	2.94	2.53	7.37	7.16	3.22							
FROM	4.53	1.83	2.12	2.07	5.05	4.72	3.95							4.45
NET	-1.12	0.53	0.82	0.46	2.32	2.44	-0.73							

3.2 基于频域视角的风险溢出动态分析

进一步,考察频域下全球金融市场风险溢出的动态变化.将图2时域下全球金融市场的动态风险溢出水平分解为短期(1天~3天)、中期(3天~22天)、长期(22天~300天)三个时间周期.图6描绘了频域下全球金融市场风险溢出的动态变化,并用虚线标记了影响风险溢出指数的代表性事件对应时间点,具体发生的事件与时域下的分析一致,列示于表5.从图6可以看到,短、中期金融市场总风险溢出指数的动态变化过程与时域下总风险溢出指数基本一致,这也印证了静态分析中风险溢出主要集中在短期和中期的结论.

从金融风险事件发生的频次来看,短期风险溢出水平波动较为频繁,在样本期间大约每年发生一次短期金融风险溢出事件,即每年短期风险溢出水平基本会出现一个相对高点.中期风险溢出水平波动相对较少,大约每2年~3年发生一次中期金融风险溢出事件,如2009年、2012年、2015年、2017年、2020年出现了中期金融风险溢出水平的相对高点.长期风险溢出水平较低,波动幅度很小,大约每5年~6年发生一次长期金融

风险溢出事件,如2009年、2015年、2020年出现了长期风险溢出水平的相对高点.

从具体金融风险事件发生的过程来看,大部分事件初期,短期风险溢出指数先上升,随着事件的发展,短期风险逐步转化为中、长期风险,呈现出短期风险溢出指数逐步下降,而中、长期风险溢出指数逐步上升的特点.如2007年金融危机前期,总溢出指数的上升更多地体现为短中期溢出指数的上升,长期风险溢出指数仅小幅变动.随着金融危机进一步恶化,市场预期金融市场波动将产生长期、持续性的影响,因此短期风险转化为中、长期风险,即2008年短期风险溢出指数呈下降趋势,而中、长期风险溢出指数呈上升趋势;其中,中期总风险溢出指数在2008年10月20日达到13.16%的阶段高点,长期总风险溢出指数在2009年5月27日达到5.04%的阶段高点.2010年—2012年的欧债危机也同样表现出短期风险逐步转化为中、长期风险的过程.2010年—2011年的欧债危机前期,短期风险溢出指数上升,而中、长期风险溢出指数变化不大.直到2011年10月的希腊债务减记以及2012年2月的希腊第二次救助,市场预期这些事件将对经济造

成长期影响,因此中、长期风险溢出指数逐步上升.上述两个事件所呈现的短、中、长期风险变化特征与 Baruník 和 Krehlík^[21]、李政等^[23]的分析一致.同样,2015 年欧洲债券波动以及 2020 年由重大公共卫生安全事件引发的全球金融市场动荡,也表现出短、中期风险溢出指数先上升,再到长期风险溢出指数上升的过程.

另外,部分短期金融风险事件仅呈现出短期风险溢出指数上升,而中、长期风险溢出未发生明显变化的特点.如 2009 年 8 月 12 日,美联储宣布维持联邦基金利率不变,并计划购买债券.由于该事件仅对市场造成短期影响,经济基本面未发生实质变化,因此这一消息仅导致短期风险溢出指

数出现跳升,由 18.34% 提高到 24.04%,而中长期风险溢出指数则出现下降,且一段时间后都恢复到事件发生前的水平.

总体来看,时域下 21.1% 的总溢出指数在频域下被分解为短、中、长期的总溢出指数,且全球金融市场间的风险溢出主要集中在短期和中期.与短期风险溢出相比,美国股票市场、原油市场和中国股票市场对其他金融市场的长期风险溢出的影响更大、范围更广泛.从金融风险事件的发展过程看,金融风险事件初期表现为短期风险溢出指数上升,随着风险事件的发展,短期风险转化为中、长期风险,短期风险溢出指数下降,而中、长期风险溢出指数上升.

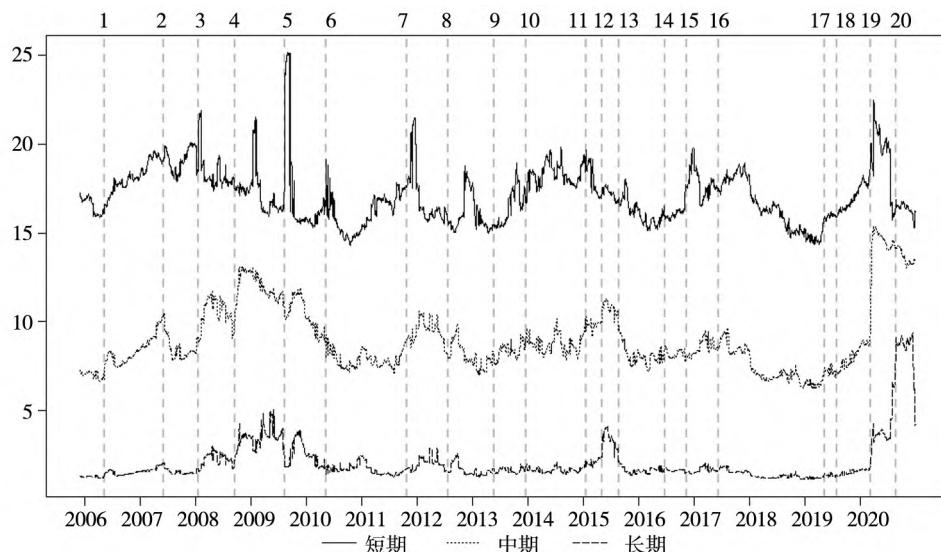


图 6 频域下全球金融市场的动态风险溢出效应

Fig. 6 Dynamic risk spillover effects of global financial markets in frequency domain

注:图中横坐标标签代表每一年年初,纵坐标标签代表总风险溢出指数,虚线标记了风险溢出指数变动较大的代表性事件
对应时间点,具体发生的事件列示于表 5.

4 风险溢出网络关联分析

为更清晰地呈现短、中、长期金融市场风险溢出的结构差异,本研究进一步以各金融市场作为节点,以前述静态分析中两两金融市场间的风险溢出大小作为边的权重,分别绘制时域和频域下的金融市场风险溢出网络图.

其中,节点的大小代表该金融市场向外输出风险的大小,节点越大表示该金融市场向其他金融市场输出的风险越大.节点的颜色深浅体现该

金融市场风险溢入指数的大小,节点越深表示该金融市场接受其他金融市场的风险溢出越大.节点的位置使用 ForceAtlas2 算法来布局,该算法使两两风险溢出程度越高的金融市场在位置上越靠近,相互之间风险溢出程度越小的金融市场在位置上越疏远,从而可以直观地看出金融市场之间的风险关联程度.连接节点的有向线段代表金融市场间的风险溢出路径,有向箭头的大小以及有向线段颜色的深浅均代表风险溢出的大小.

图 7 描绘了时域下全球金融市场风险溢出的网络分析图.第一,从总体上看,全球金融市场风

险溢出网络呈现出同类型市场聚集的特征,即相同类型的金融市场之间溢出水平较高.如债券市场基本聚集在图中间和右上方,股票市场基本集中在左上方,农产品市场基本集中在左下方;第二,部分金融市场呈现出区域聚集的特征,即相同国家、地理位置上接近国家的金融市场之间风

险溢出水平更高。如欧洲国家的债券市场集中在图右上方,欧洲国家的股票市场集中在左上方,北美和新兴市场国家的债券市场集中在图中间,韩国、日本的三类金融市场也按照国家积聚。与上述观点类似, Demirer 等^[25] 也表明金融市场间存在同类型市场聚集和区域聚集的特点。

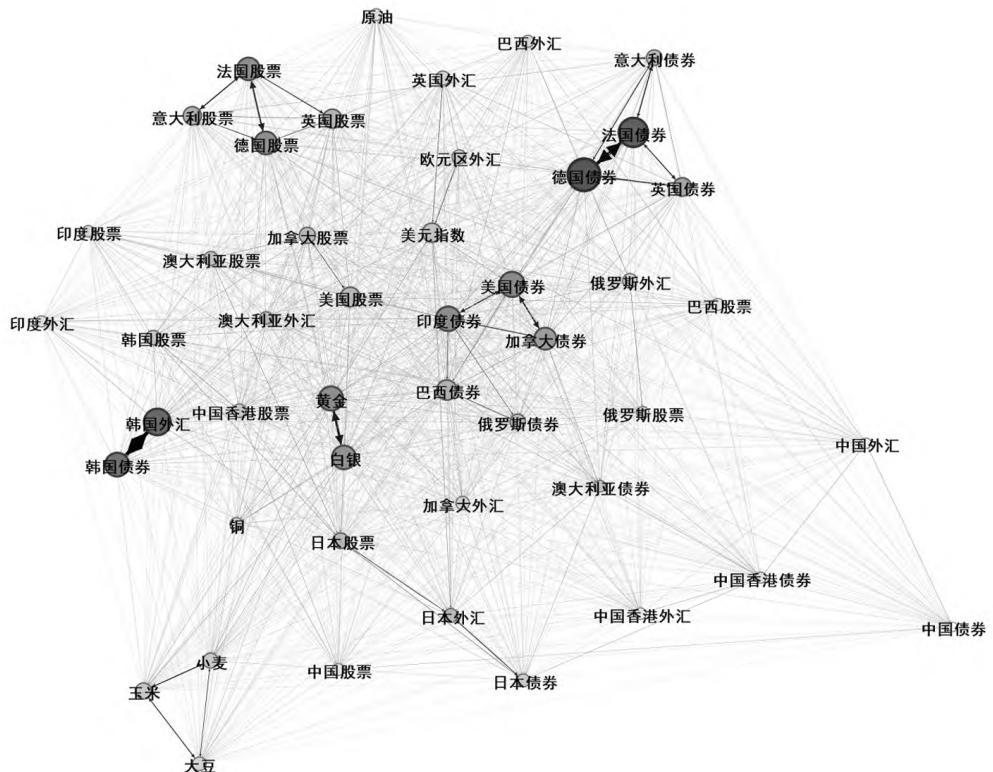


图 7 时域下全球金融市场风险溢出网络分析

Fig. 7 Network analysis of risk spillover in global financial markets under time domain

第三,分国家和市场类型看,美国债券、印度、巴西、俄罗斯等新兴市场美元债、美国股票、美元指数处于网络中心,在金融市场中的风险溢出水平较高.这主要是由于美国债券、股票、外汇以及美元债市场开放程度较高,美元是世界上主要的流通和结算货币,因此这些金融市场产生的风险会对其他金融市场造成较大的影响.德国、法国、意大利和英国等欧洲国家的股票市场和债券市场具有较高的相互风险溢出水平,这主要是因为这些欧洲国家的经济金融环境较为相似,容易受到相同市场因素的影响.韩国外汇市场和韩国债券市场相互之间的风险溢出指数较大,主要是因为韩国发行国债的资金来源中,外资占比较高.黄金和白银市场之间的相互风险溢出指数较高,对其

他市场也具有较大的风险溢出水平,这是因为这两种贵金属都具有避险和保值的金融属性. 从中国金融市场看,中国的债券市场和外汇市场与中国香港政府债券和外汇市场在图中位置上较为接近,说明相互之间风险溢出水平较高;但中国的债券市场和外汇市场与其他金融市场位置较为疏远,受其他金融市场风险影响较小. 中国股票市场与中国香港、日本、韩国的股票市场位置较为接近,而与其他市场位置较为疏远,说明风险溢出主要集中在地理位置较为接近的国家.

下面,进行频域下的风险溢出网络分析.图 8—图 10 分别描绘了短期(1 天~3 天)、中期(3 天~22 天)、长期(22 天以上)的全球金融市场风险溢出的网络分析图.

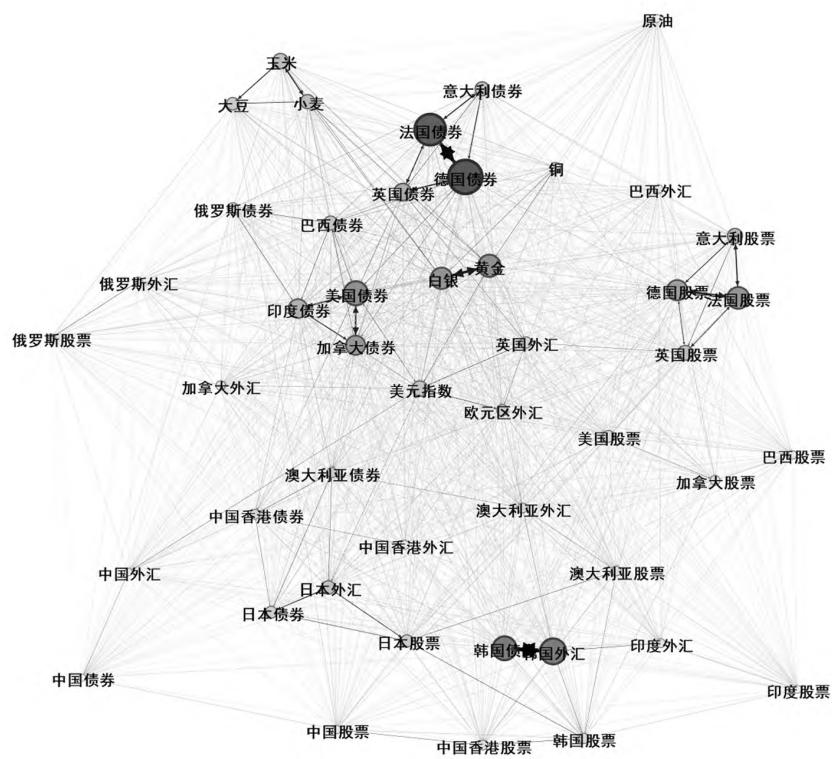


图 8 短期(1天~3天)全球金融市场风险溢出网络分析

Fig. 8 Network analysis of short-term (1 day ~ 3 days) risk spillover effects in global financial markets

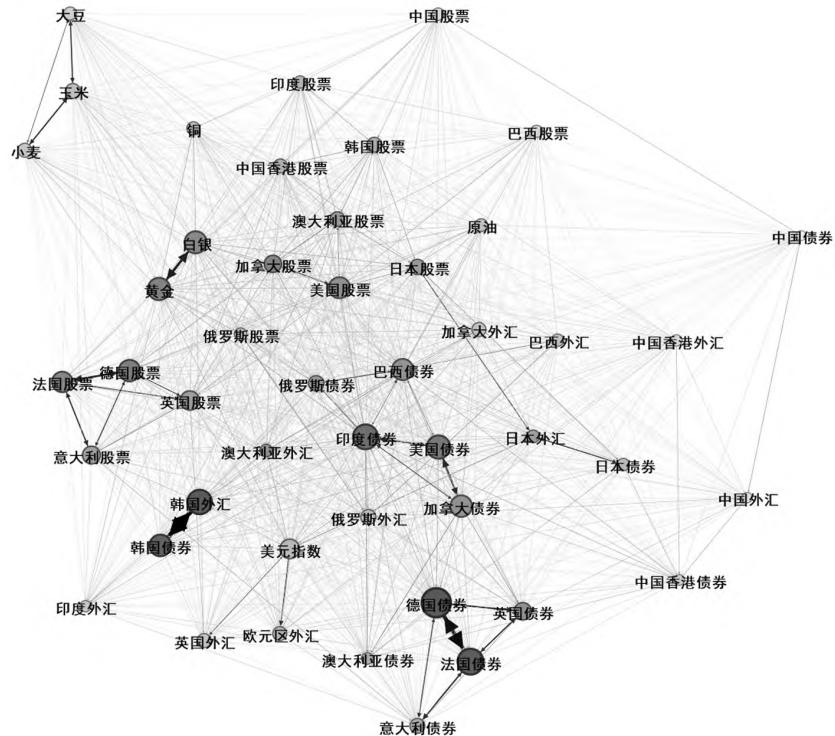


图 9 中期(3天~22天)全球金融市场风险溢出网络分析

Fig. 9 Network analysis of medium-term (3 days ~ 22 days) risk spillover effects in global financial markets

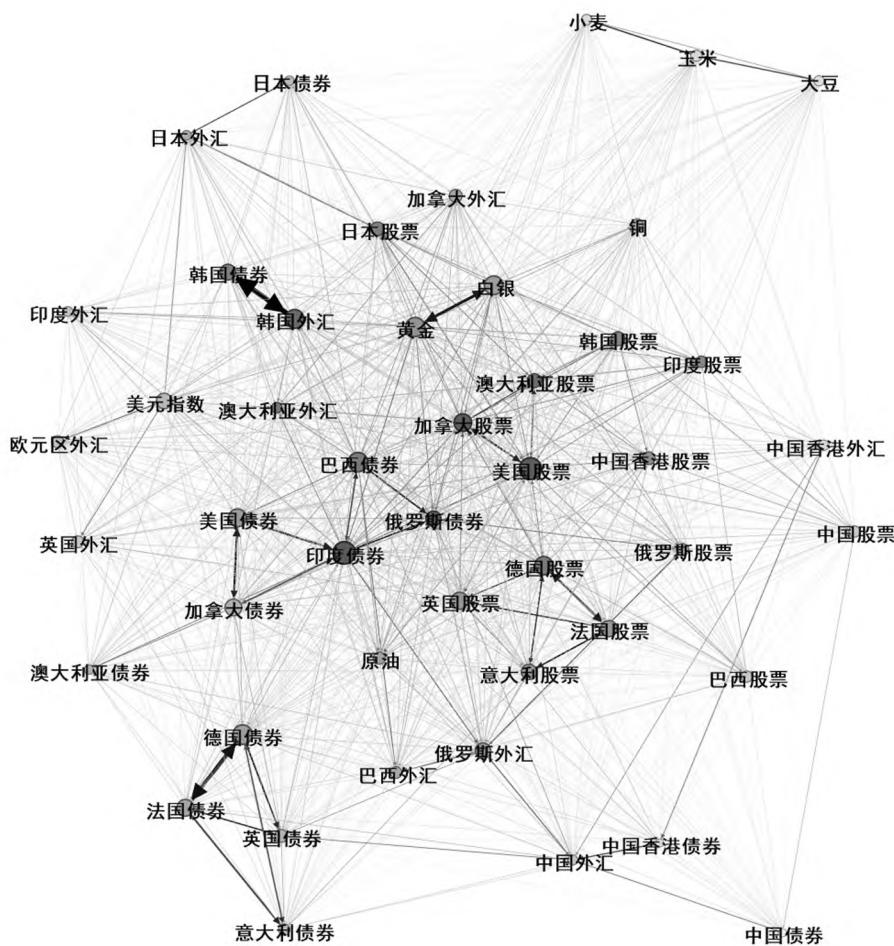


图 10 长期(22 天以上)全球金融市场风险溢出网络分析

Fig. 10 Network analysis of long-term (over 22 days) risk spillover effects in global financial markets

第一,金融市场的短期风险溢出网络更多体现出同类型市场聚集和区域聚集的特征.就同类型市场聚集而言,国债市场基本集中在图上方,股票市场基本集中在右方,外汇市场集中在图中间,农产品市场集中在左下方;就区域聚集而言,欧洲国家的金融市场之间,以及日本、韩国、中国等地理位置上接近的金融市场之间,短期风险溢出水平较高.这主要是因为短期风险主要受到市场情绪、投资者非理性行为等市场因素影响下,同类型金融市场受到短期风险冲击的影响因素较为接近,同区域国家间的经济金融环境相似度较高,因此短期风险溢出水平较高.

第二,随着时间周期的延长,不同金融市场之间风险溢出差别更小、风险溢出范围更加广泛,这表现在网络图中即不同类型、不同区域的金融市场之间的界限更加不明显,关系更加密切.这主要

是因为中、长期风险更加受国家之间经贸往来、经济基本面等因素的影响.如美国股票市场在短期溢出网络中与其他金融市场的联系主要集中在欧洲国家和加拿大的股票市场.而在中、长期溢出网络中,美国股票市场还连接了澳大利亚、中国香港的股票市场以及俄罗斯、巴西、印度等新兴国家的债券市场.又如原油市场在短期溢出网络中与其他金融市场的风险关联较小,与其他金融市场关系较为疏远.而在中、长期溢出网络中,原油市场逐渐向图中心位置靠拢,与其他金融市场的联系更为紧密.这种金融风险网络特征与李政等^[23]的研究一致.

第三,分国家和市场类型看,部分金融市场在短、中、长期风险溢出网络中的布局与时域下的总体布局存在一定差异.如,从中国金融市场看,短、中期的中国股票,以及短、中、长期的中国外汇和

债券市场主要与中国香港、日本、韩国、俄罗斯等地理位置接近的国家(地区)相应的金融市场关系密切,而与其他金融市场的风险溢出水平相对较低。中国股票市场在长期风险网络中主要与美国、中国香港、韩国、印度的股票市场以及中国债券市场之间关系密切,风险关联范围变得更为广泛。

基于风险溢出网络关联分析可以看出,时域视角下,全球金融市场风险溢出网络整体呈现出同类型市场聚集和区域聚集的特征。频域视角下,在短期,全球金融市场风险溢出网络同样呈现出同类型市场聚集和区域聚集的特征。随着时间周期的延长,不同金融市场之间风险溢出范围更加广泛,不同类型、不同区域的金融市场之间关系更加密切。

5 扩展性分析: 全球金融市场投资风险管理策略

在测量了全球金融市场两两之间的风险溢出效应后,进一步从风险管理角度,考察中国股票、外汇和债券市场与其他金融市场的两两投资组合^⑫,为投资者风险对冲或套期保值提供最优对冲比例和最优投资组合权重,使投资中国相关金融市场的波动风险尽可能降低。

本研究以 2 194 天作为滚动时间窗口,基于 ADCC-GARCH 模型估计各金融市场的收益率序列,得到 2 000 个向一步 (one-step-ahead) 预测的各金融市场条件协方差和方差,且每 20 步重新估计一次模型。然后根据条件协方差和方差计算出向一步预测的对冲比例和组合权重,以及两者相应的对冲效率。由于篇幅限制,本研究重点讨论中国股票、中国外汇和中国债券市场分别与其余 46 个金融市场的平均最优对冲比例和最优组合权重以及两者相应的对冲效率。其中,中国股票市场的计算结果如表 9 所示。对冲比例方面,对冲效率最高的前 5 个金融市场依次是中国香港股票市场(26.28%)^⑬、韩国股票市场(9.44%)、日本

股票市场(6.83%)、澳大利亚股票市场(6.65%)和韩国外汇市场(5.58%)。以中国香港股票为例,平均而言,持有 1 单位的中国股票多头头寸,同时持有 0.62 单位的中国香港股票空头头寸,可以使得两者投资组合的方差比单独投资中国股票时降低 26.28%。另外,中国股票市场与美元指数、美国债券市场等 17 个金融市场的对冲比例为负值,这意味着应该同时持有 2 种资产的多头头寸或空头头寸才能降低风险,这是因为平均来看两种资产具有负的条件相关性。

组合权重方面,对冲效率最高的前 5 个金融市场依次是中国香港外汇市场(99.93%)、中国债券市场(99.26%)、中国香港债券市场(99.22%)、日本债券市场(98.76%)和中国外汇市场(97.4%)。将资产较大比例地配置于这些金融市场可以降低投资组合的波动。以中国香港外汇市场为例,持有 0.002 个单位的中国股票多头头寸,并持有 0.998 个单位的中国香港外汇多头头寸,可使得两者投资组合的方差比单独投资中国股票时降低 99.93%。

中国外汇市场和债券市场的投资组合方面^⑭,运用最优对冲比例投资策略,与中国外汇市场对冲效率最高的前 5 个金融市场依次是澳大利亚外汇市场(4.04%)、韩国外汇市场(3.28%)、韩国债券市场(3.05%)、欧元区外汇市场(2.57%)和日本外汇市场(1.97%);与中国债券市场对冲效率最高的前 5 个金融市场依次是中国股票市场(1.02%)、中国香港债券市场(0.78%)、加拿大债券市场(0.62%)、美国债券市场(0.6%)和澳大利亚债券市场(0.57%)。运用最优组合权重投资策略,与中国外汇市场对冲效率最高的前 5 个金融市场依次是中国香港外汇市场(94.07%)、中国债券市场(64.7%)、中国香港债券市场(64.5%)、日本债券市场(56.61%)和俄罗斯债券市场(39.93%);与中国债券市场

^⑫ 由于篇幅所限,其他金融市场投资组合的最优对冲比例和最优组合权重,可联系作者邮箱,以备索方式提供。

^⑬ 括号中的数字代表对冲效率,下同。

^⑭ 由于篇幅所限,此处仅展示与中国外汇市场和中国债券市场对冲效率最高的前 5 个市场,与其他金融市场的对冲比例和对冲效率以备索方式提供。同样,下文中国外汇市场和中国债券市场与其他金融市场的最优对冲比例动态图可联系作者邮箱,以备索方式提供。

表9 中国股票市场与其他金融市场平均对冲比例、组合权重及对冲效率

Table 9 Average hedge ratio, portfolio weights and hedging effectiveness between China's stock market and other financial markets

与其他金融市场的投资组合	对冲比例	对冲效率/%	组合权重	对冲效率/%
中国外汇	-0.75	0.29	0.03	97.40
中国债券	-0.78	1.02	0.01	99.26
中国香港股票	0.62	26.28	0.37	37.93
中国香港外汇	-9.41	0.81	0.002	99.93
中国香港债券	-1.03	0.59	0.01	99.22
美国股票	0.18	1.21	0.29	66.58
美元指数	-0.11	0.21	0.11	89.82
美国债券	-0.39	0.52	0.05	96.20
英国股票	0.28	3.15	0.30	61.67
英国外汇	0.19	0.68	0.17	80.03
英国债券	-0.18	0.46	0.13	88.43
法国股票	0.21	2.58	0.40	53.12
法国债券	-0.17	0.18	0.05	95.34
德国股票	0.19	2.35	0.42	51.14
德国债券	-0.39	0.54	0.05	96.06
意大利股票	0.15	1.99	0.50	43.79
意大利债券	0.25	0.39	0.07	91.22
欧元区外汇	0.18	0.59	0.13	85.31
日本股票	0.29	6.83	0.47	41.01
日本外汇	0.25	0.92	0.17	80.14
日本债券	-1.11	0.79	0.02	98.76
俄罗斯股票	0.16	3.43	0.61	31.30
俄罗斯外汇	-0.20	1.37	0.33	71.55
俄罗斯债券	0.64	0.99	0.04	94.77
韩国股票	0.47	9.44	0.28	57.81
韩国外汇	-0.66	5.58	0.19	87.94
韩国债券	0.52	3.87	0.12	80.51
澳大利亚股票	0.43	6.65	0.26	62.20
澳大利亚外汇	0.48	4.84	0.16	75.40
澳大利亚债券	-0.80	2.02	0.06	96.19
加拿大股票	0.27	2.01	0.23	71.66
加拿大外汇	-0.25	0.73	0.14	88.63
加拿大债券	-0.38	0.55	0.05	96.06
印度股票	0.31	4.80	0.33	56.49
印度外汇	-0.75	3.76	0.13	92.03
印度债券	0.51	0.81	0.03	95.56
巴西股票	0.13	1.87	0.56	38.36
巴西外汇	-0.20	1.58	0.34	71.11
巴西债券	0.56	1.38	0.06	91.67
原油	0.06	0.91	0.70	26.64
大豆	0.09	0.75	0.51	45.29
玉米	0.06	0.46	0.60	37.59
小麦	0.05	0.36	0.63	34.85
黄金	0.04	0.25	0.37	61.10
白银	0.08	1.11	0.61	34.47
铜	0.23	4.71	0.50	40.48

对冲效率最高的前 5 个金融市场依次是中国香港外汇市场 (89.33%)、中国香港债券市场 (43.25%)、中国外汇 (37.14%) 市场、日本债券 (36.94%) 市场和俄罗斯债券市场 (19.25%)。

中国股票与其他 46 个金融市场的动态最优对冲比例见图 11。图中显示,中国股票市场与大

部分其他金融市场的动态最优对冲比例并不稳定,这表明同时投资中国股票市场与其他金融市场时要进行动态投资组合管理。根据图中的动态最优对冲比例对投资组合进行实时调整,可以最大程度地降低投资组合的波动风险,及时规避重大金融风险事件导致的投资风险。

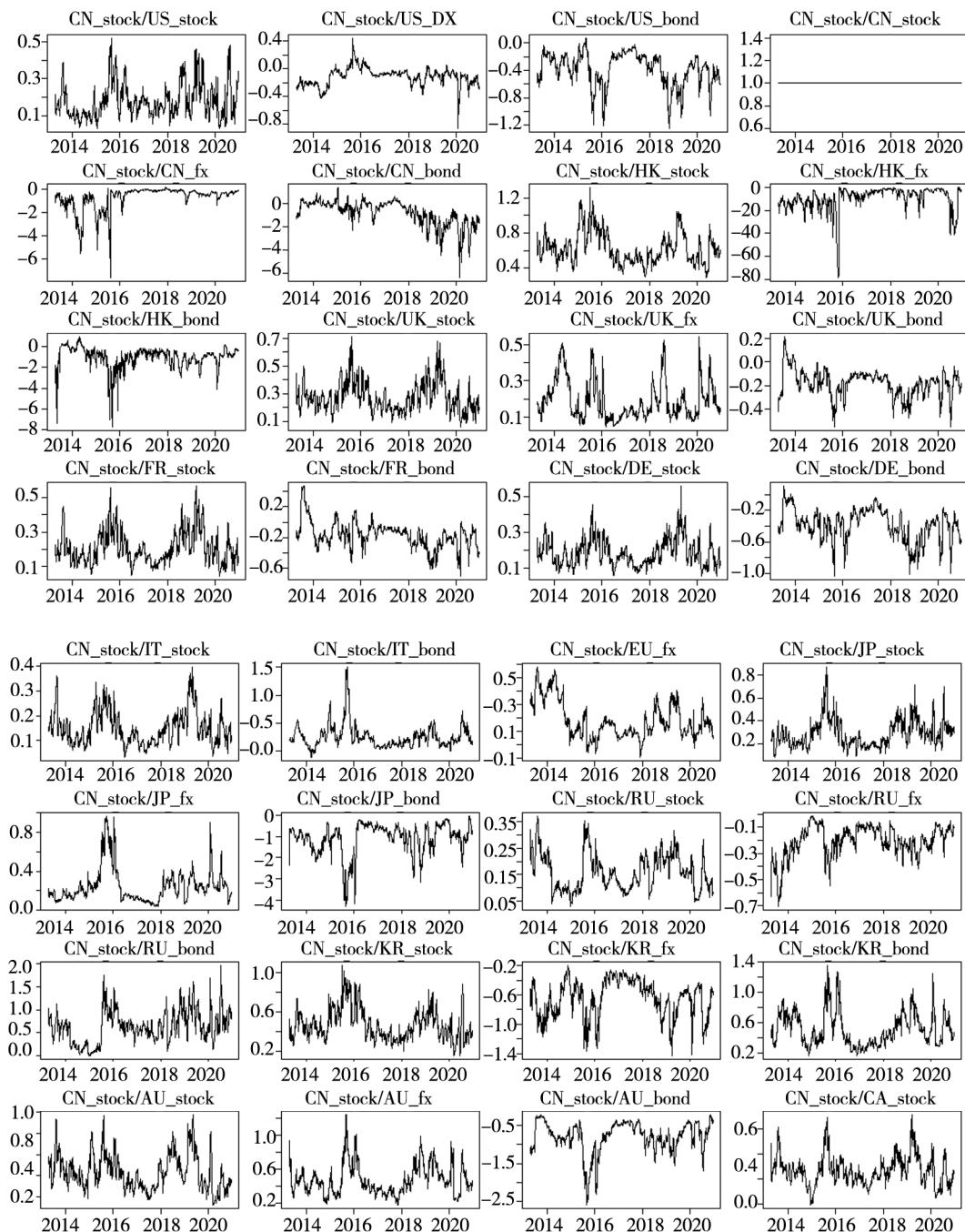
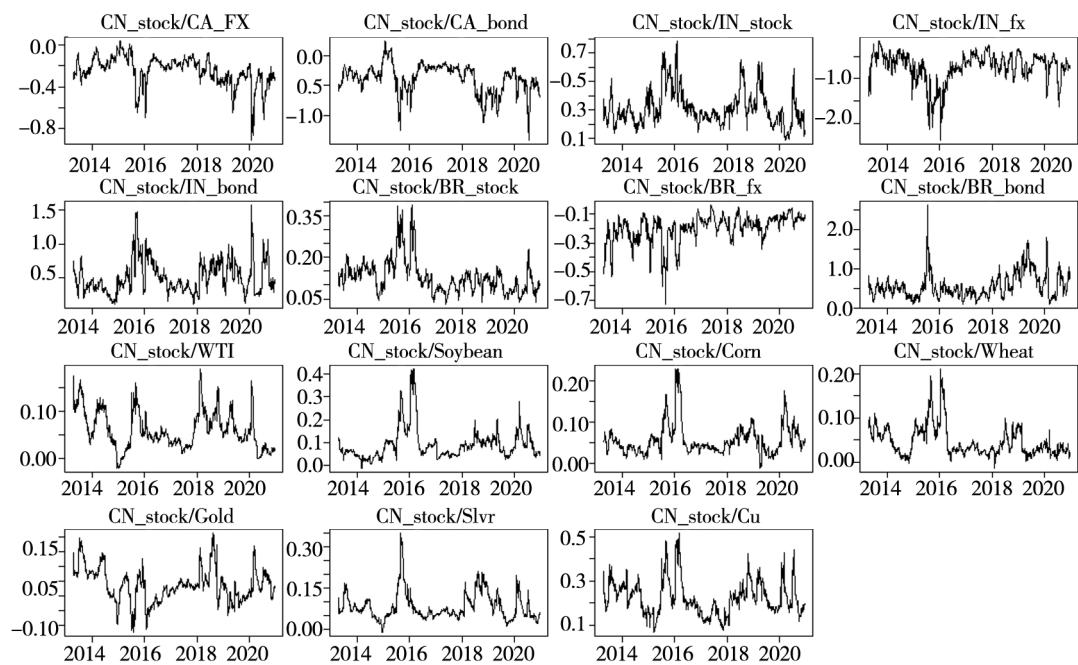


图 11 中国股票市场与其他金融市场的动态最优组合权重

Fig. 11 Dynamic optimal portfolio weight between China's stock market and other financial markets

注: 小图上方的标题前缀代表国家,如 CN 代表中国;后缀代表金融市场,如 stock 代表股票市场。



续图 11

Fig. 11 Continues

注: 小图上方的标题前缀代表国家,如 CN 代表中国;后缀代表金融市场,如 stock 代表股票市场.

6 结束语

本研究使用广义动态因子模型提取全球金融市场的特异性波动率,随后基于处理高维数据的Hlag模型,并结合DY方法和BK方法,从时频视角和网络关联分别考察全球股票、外汇、债券、大宗商品等金融市场的静态和动态风险溢出效应.在此基础上,运用ADCC-GARCH模型考察全球金融市场两两投资组合的风险管理策略.研究发现:

第一,从时域视角看,全球金融市场的总风险溢出指数为21.1%,说明全球金融市场的震荡有21.1%是由外部金融市场风险溢出引起的.从市场类型来看,风险溢出效应从大到小依次是债券市场、股票市场、外汇市场和大宗商品市场.基于Hlag模型的DY方法较好地测量2006年以来的全球金融风险事件的风险溢出水平,如2007年—2009年的全球金融危机、2010年—2012年的欧债危机、2015年欧洲债券市场波动、2020年重大公共卫生安全事件引发的金融市场动荡等风险事件期间,全球金融风险溢出指数均有较大幅度的提升.中国股票、外汇、债券市场在样本区间的风

险输出和风险输入均相对较小,且大部分时间是金融风险的净输入方.

第二,从频域视角看,时域下21.1%的总溢出指数在频域下被分解为短、中、长期的总溢出指数,分别为8.31%、8.34%和4.45%,占比分别为39.38%、39.53%和21.09%,说明全球金融市场间的风险溢出主要集中在短期和中期.与短期风险溢出相比,美国股票市场、原油市场和中国股票市场对其他金融市场的长期风险溢出的影响更大、范围更广泛.从金融风险事件发生的频次来看,短期金融风险溢出事件大约每年发生一次,中期金融风险溢出事件大约每2年~每3年发生一次,长期金融风险溢出事件大约每5年~每6年发生一次.从金融风险事件的发展过程看,金融风险事件初期表现为短期风险溢出指数上升,随着风险事件的发展,短期风险转化为中、长期风险,短期风险溢出指数下降,而中、长期风险溢出指数上升.

第三,从网络视角看,在短期,全球金融市场风险溢出网络呈现出同类型市场聚集和区域聚集的特征.随着时间周期的延长,不同金融市场之间风险溢出范围更加广泛,不同类型、不同区域的金融市场之间关系更加密切.美国债券、新兴市场美

元债、美国股票、美元指数在短、中、长期均处于网络中心。中国股票市场在长期中主要与美国、中国香港、韩国股票市场关系较为密切；而短、中期的中国股票，以及短、中、长期的中国外汇和债券市场主要与中国香港、日本、韩国、俄罗斯等地理位置接近国家(地区)相应的金融市场关系密切。

第四,从投资风险管理策略看,运用最优对冲比例投资策略,与中国股票市场对冲效率最高的前5个金融市场依次是中国香港股票、韩国股票、日本股票、澳大利亚股票和韩国外汇;运用最优组合权重投资策略,与中国股票市场对冲效率最高的前5个金融市场依次是中国香港外汇、中国债券、中国香港债券、日本债券和中国外汇市场。

基于上述研究结论,本研究得出以下政策启示:一是完善金融风险传染测度和防范机制。由于我国股票、外汇、债券市场大部分时间处于金融风险的净输入方,因此在中国资本市场逐步对外开放的过程中,金融监管部门需要完善金融风险的测度和监控,密切关注跨区域、跨市场类别的金融风险传染。由于债券市场的风险溢出效应最强,所

以尤其需要重点关注债券市场对其他市场的风险传染;二是构建短、中、长期金融风险差异化防范机制。短期来看,金融监管部门应当关注市场情绪、投资者非理性行为对市场的影响,通过加强信息披露、舆情监测、适时提供救助等方式,强化市场预期管理,提振市场信心,避免短期风险转化为长期风险;长期来看,金融监管部门应当关注各国经贸往来、经济基本面、长期经济金融政策等因素对市场的影响,通过加强各国金融监管协同、构建金融监管长效机制等方式,防范长期金融风险传染;三是对于中国金融市场的风险防范,短期应当关注风险的同类型市场聚集和区域聚集特征,重点防范中国香港、日本、韩国、俄罗斯等同区域国家(地区)的金融市场风险;长期应当关注中国经济金融关系密切国家(地区)的金融市场,重点防范中国香港、美国、韩国相关金融市场的风险传染;四是投资者在两两投资组合资产配置和风险管理时,可以运用最优对冲比例和最优投资组合权重投资策略,并实时对投资组合进行动态调整,使波动风险尽可能降低,避免市场间的交叉风险传染。

参 考 文 献:

- [1] Kanas A. Volatility spillovers between stock returns and exchange rate changes: International evidence[J]. *Journal of Business Finance and Accounting*, 2000, 27(3-4): 447-467.
- [2] Caporale G M, Pittis N, Spagnolo N. Testing for causality-in-variance: An application to the East Asian markets[J]. *International Journal of Finance & Economics*, 2002, 7(3): 235-245.
- [3] Andreou E, Matisi M, Savvides A. Stock and foreign exchange market linkages in emerging economies[J]. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 2013, 27: 248-268.
- [4] 梁琪, 李政, 郝项超. 中国股票市场国际化研究: 基于信息溢出的视角[J]. *经济研究*, 2015, (4): 150-164.
Liang Qi, Li Zheng, Hao Xiangchao. The internationalization of Chinese stock market: Based on information spillover[J]. *Economic Research Journal*, 2015, (4): 150-164. (in Chinese)
- [5] 刘超, 徐君慧, 周文文. 中国金融市场的风险溢出效应研究——基于溢出指数和复杂网络方法[J]. *系统工程理论与实践*, 2017, 37(4): 831-842.
Liu Chao, Xu Junhui, Zhou Wenwen. Study on risk spillover effect of financial markets in China based on methods of spillover index and complex network[J]. *Systems Engineering: Theory & Practice*, 2017, 37(4): 831-842. (in Chinese)
- [6] 郑挺国, 刘堂勇. 股市波动溢出效应及其影响因素分析[J]. *经济学(季刊)*, 2018, 17(2): 669-692.
Zheng Tingguo, Liu Tangyong. Volatility spillovers across stock markets and its influencing factors[J]. *China Economic Quarterly*, 2018, 17(2): 669-692. (in Chinese)
- [7] 杨子晖, 陈雨恬, 张平淼. 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, 23(8): 54-77.
Yang Zihui, Chen Yutian, Zhang Pingmiao. Cross-market contagion effect on tail risks between stock markets and exchange markets[J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2020, 23(8): 54-77. (in Chinese)
- [8] Diebold F X, Yilmaz K. Measuring financial asset return and volatility spillovers, with application to global equity markets [J]. *The Economic Journal*, 2009, 119(534): 158-171.
- [9] Diebold F X, Yilmaz K. Better to give than to receive: Predictive directional measurement of volatility spillovers[J]. *International Journal of Forecasting*, 2012, 28(1): 57-66.

- [10] Diebold F X, Yilmaz K. On the network topology of variance decompositions: Measuring the connectedness of financial firms[J]. *Journal of Econometrics*, 2014, 182(1): 119–134.
- [11] 杨子晖, 周颖刚. 全球系统性金融风险溢出与外部冲击[J]. *中国社会科学*, 2018, (12): 54–77.
Yang Zihui, Zhou Yinggang. Global systemic financial risk spillovers and their external impact[J]. *Social Sciences in China*, 2018, (12): 54–77. (in Chinese)
- [12] 陈声利, 赵学军, 张自力. 全球视野的大类资产风险溢出研究[J]. *管理科学*, 2019, 32(6): 3–17.
Chen Shengli, Zhao Xuejun, Zhang Zili. Research on the risk spillover of large class assets in the global perspective[J]. *Journal of Management Science*, 2019, 32(6): 3–17. (in Chinese)
- [13] 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, 24(7): 1–20.
Zhou Kaiguo, Ji Sunan, Yang Haisheng. Cross-market contagion mechanism of systemic risk from the perspective of coordinated supervision[J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2021, 24(7): 1–20. (in Chinese)
- [14] 李延双, 庄新田, 王健, 等. 中美贸易摩擦对中国沪深股市行业板块的影响[J]. *管理科学学报*, 2021, 24(10): 34–57.
Li Yanshuang, Zhuang Xintian, Wang Jian, et al. Impacts of the Sino-US trade friction on China's Shanghai and Shenzhen stock sectors[J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2021, 24(10): 34–57. (in Chinese)
- [15] 周骐, 李仲飞, 曾燕. 复杂网络视角下行业风险传染与银行信贷配置[J]. *管理科学学报*, 2022, 25(2): 24–46.
Zhou Qi, Li Zhongfei, Zeng Yan. Industry risk contagion and bank credit allocation from the perspective of complex network[J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2022, 25(2): 24–46. (in Chinese)
- [16] Strohsal T, Proaño C R, Wolters J. Characterizing the financial cycle: Evidence from a frequency domain analysis[J]. *Journal of Banking & Finance*, 2019, 106: 568–591.
- [17] 徐曼, 邓创. 中国金融周期的叠加机理及其与经济周期的交互影响[J]. *国际金融研究*, 2020, (5): 24–33.
Xu Man, Deng Chuang. The superposition mechanism of financial cycle and its interaction with business[J]. *Studies of International Finance*, 2020, (5): 24–33. (in Chinese)
- [18] Bansal R, Yaron A. Risks for the long run: A potential resolution of asset pricing puzzles[J]. *The Journal of Finance*, 2004, 59(4): 1481–1509.
- [19] Ortú F, Tamoni A, Tebaldi C. Long-run risk and the persistence of consumption shocks[J]. *Review of Financial Studies*, 2013, 26(11): 2876–2915.
- [20] Dew-Becker I, Giglio S. Asset pricing in the frequency domain: Theory and empirics[J]. *Review of Financial Studies*, 2016, 29(8): 2029–2068.
- [21] Baruník J, Krehlik T. Measuring the frequency dynamics of financial connectedness and systemic risk[J]. *Journal of Financial Econometrics*, 2018, 16(2): 271–296.
- [22] Tiwari A K, Cunado J, Gupta R, et al. Volatility spillovers across global asset classes: Evidence from time and frequency domains[J]. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 2018, (70): 194–202.
- [23] 李政, 刘淇, 鲁晏辰. 主权债务风险跨国溢出研究——来自频域的新证据[J]. *金融研究*, 2020, (9): 59–77.
Li Zheng, Liu Qi, Lu Yanchen. A study of sovereign debt risk cross-country spillover: New evidence from the frequency domain[J]. *Journal of Financial Research*, 2020, (9): 59–77. (in Chinese)
- [24] Zhang W, Hamori S. Crude oil market and stock markets during the COVID-19 pandemic: Evidence from the US, Japan, and Germany[J]. *International Review of Financial Analysis*, 2021, 74(101702): 1–13.
- [25] Demirer M, Diebold F X, Liu L, et al. Estimating global bank network connectedness[J]. *Journal of Applied Econometrics*, 2018, 33(1): 1–15.
- [26] 梁琪, 常姝雅. 我国金融混业经营与系统性金融风险——基于高维风险关联网络的研究[J]. *财贸经济*, 2020, 41(11): 67–82.
Liang Qi, Chang Shuya. China's universal financial operation and financial systemic risk: A study on high-dimensional risk interconnected network[J]. *Finance & Trade Economics*, 2020, 41(11): 67–82. (in Chinese)
- [27] Nicholson W B, Wilms I, Bien J, et al. High dimensional forecasting via interpretable vector autoregression[J]. *Journal of Machine Learning Research*, 2020, (21): 1–52.
- [28] Bagheri E, Ebrahimi S B. Estimating network connectedness of financial markets and commodities[J]. *Journal of Systems*

- Science and Systems Engineering, 2020, (29) : 572 – 589.
- [29] Tabak B M, Silva IBDR E, Silva T C. Analysis of connectivity between the world's banking markets: The COVID-19 global pandemic shock [J]. Quarterly Review of Economics and Finance, 2022, (84) : 324 – 336.
- [30] Ahmad W, Sadorsky P, Sharma A. Optimal hedge ratios for clean energy equities [J]. Economic Modelling, 2018, (72) : 278 – 295.
- [31] Antonakakis N, Cunado J, Filis G, et al. Oil volatility, oil and gas firms and portfolio diversification [J]. Energy Economics, 2018, (70) : 499 – 515.
- [32] 宫晓莉, 熊 熊. 波动溢出网络视角的金融风险传染研究 [J]. 金融研究, 2020, (5) : 39 – 58.
Gong Xiaoli, Xiong Xiong. A study of financial risk contagion from the volatility spillover network perspective [J]. Journal of Financial Research, 2020, (5) : 39 – 58. (in Chinese)
- [33] Barigozzi M, Hallin M. Generalized dynamic factor models and volatilities: Recovering the market volatility shocks [J]. Econometrics Journal, 2017, 19(1) : 33 – 60.
- [34] Nicholson W B, Matteson D S, Bien J. VARX-L: Structured regularization for large vector autoregressions with exogenous variables [J]. International Journal of Forecasting, 2017, 33(3) : 627 – 651.
- [35] Cappiello L, Engle R F, Sheppard K. Asymmetric dynamics in the correlations of global equity and bond returns [J]. Journal of Financial Econometrics, 2006, 4(4) : 537 – 572.
- [36] Olbrys J. Price and volatility spillovers in the case of stock markets located in different time zones [J]. Emerging Markets Finance and Trade, 2013, (49) : 145 – 157.
- [37] 刘程程, 苏 治, 宋 鹏. 全球股票市场间风险传染的测度、监管及预警 [J]. 金融研究, 2020, (11) : 94 – 112.
Liu Chengcheng, Su Zhi, Song Peng. Measurement, supervision and early warning of risk contagion among global stock markets [J]. Journal of Financial Research, 2020, (11) : 94 – 112. (in Chinese)
- [38] Hansen P R, Lunde A, Nason J M. The model confidence set [J]. Econometrica, 2011, 79(2) : 453 – 497.

Risk spillover effects in global financial markets: Analysis based on time-frequency perspective and network connection

WU Guo-bing¹, CHEN Ping^{2, 3}, LI Fan⁴, ZHANG Hao^{5, 6*}

1. Guangdong Branch of People's Bank of China, Guangzhou 510120, China;
2. Lingnan College, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510275, China;
3. Southern Marine Science and Engineering Guangdong Laboratory (Zhuhai), Zhuhai 519000, China;
4. Shantou Branch of People's Bank of China, Shantou 515041, China;
5. School of Finance and South China Institute of Fortune Management Research, Guangdong University of Foreign Studies, Guangzhou 510006, China;
6. Institute of Financial Openness and Asset Management, Guangzhou 510006, China

Abstract: This paper examines the static and dynamic risk spillover effects of global financial markets from the time-frequency perspective and network connection respectively. It also analyzes the optimal investment strategies of pairwise portfolios to provide reference for investors' risk management. The results show that 21.1% of the global financial market shocks are caused by risk spillovers from external financial markets, and the risk spillovers are mainly concentrated in the short and medium term. The financial risk events exhibit characteristics of short-term risk spillover index rising first, and then the medium and long-term risk spillover index gradually rising. From the network connection perspective, in the short term, the financial market risk spillovers show the characteristics of the same type of market aggregation and regional aggregation. In the long-term, risk spillovers across different financial markets are more widespread. Finally, the paper offers some policy suggestions for improving China's financial risk prevention system.

Key words: global financial markets; risk spillover; high-dimensional data; time-frequency domain; risk hedging