

doi: 10.19920/j.cnki.jmsc.2024.06.007

公共卫生事件下我国风险与避险资产溢出效应^①

——基于收益与风险分析的视角

魏宇¹, 李霞飞^{2*}, 梁超²

(1. 云南财经大学金融学院, 昆明 650221; 2. 西南交通大学经济管理学院, 成都 610031)

摘要: 始于 2019 年末的重大公共卫生事件对我国实体经济和各类资产市场带来了前所未有的冲击, 也引发了对我国各类资产间溢出效应的广泛讨论. 本研究利用基于时变参数向量自回归 (TVP-VAR) 模型的动态溢出指数框架及其频域扩展, 探讨了该事件影响下我国股市这一风险资产市场与四种潜在避险资产 (国债、外汇、黄金和原油) 市场间收益和波动溢出的时域和频域特征. 实证结果表明: 首先, 在该事件冲击下, 我国资产系统的总收益和总波动溢出指数及其三个频域成分都出现了前所未有的增加; 其次, 资产收益溢出的短期成分最大, 而波动溢出则以长期成分为主; 第三, 系统的主要收益和波动溢出来源会因该事件的国内外发展趋势的变化而发生改变, 且一些资产所扮演的角色在该事件期间产生了明显的周期性转变. 具体来说, 在收益溢出方面, 国债和原油分别是中期和后期除股票以外的净收益的溢出来源, 且在该事件中期, 黄金虽然是短期收益溢出的净接收者, 却是中长期收益溢出的净传递者. 在波动溢出方面, 股票和国债是严重时期和舒缓时期除原油以外的额外波动溢出来源, 且此时股票和原油虽然是长期净波动溢出来源, 却是中短期波动溢出的净接受者. 随着该事件逐渐可控, 原油仍是波动溢出的净传递者, 而国债则成为了中短期波动溢出的净传递者和长期波动溢出的净接收者. 最后, 在严重时期, 国债、外汇和黄金市场是股票市场风险较好的避风港, 同时, 持有原油资产空头也可以较好地对冲股票市场风险.

关键词: 重大公共卫生事件; 股票市场; 避险资产; 收益溢出; 波动溢出

中图分类号: F830 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-9807(2024)06-0127-22

0 引言

金融危机或极端政治经济事件的发生通常会改变金融资产间的信息传递特征^[1-6]. 基于这一现象, 探索金融资产在金融危机或极端政治经济事件环境下的信息传递方向及强度, 对投资者优化投资组合, 以及政策制定者出台资产市场的稳定政策等都有着重要的理论和现实指导意义. 然而, 与以往的危机事件不同的是, 始于 2019 年底的突发传染病流行被认为是百年一遇的重大公共

卫生危机事件^[7]. 在此期间, 一些国际金融资产发生了史无前例的价格波动. 例如, 美股在 2020 年 3 月 9 日到 3 月 18 日不足十天的时间里经历了四次熔断; 国际原油价格自 3 月起迅速下跌, 甚至在 2020 年 4 月 20 日跌至 -37.63 美元/桶. 为控制该重大公共卫生事件的蔓延, 降低该事件的影响, 许多国家都采取了包括“封城”、关闭边境等措施, 导致多国经济暂时停滞. 在这一背景下, 国际货币基金组织 (IMF) 在 2020 年预测, 该事件将会使全球经济损失约 12 万亿美元^[7], 远超 2003 年 SARS

① 收稿日期: 2020-11-16; 修订日期: 2021-11-28.

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (71971191; 72301226; 72301224); 云南省高校科技创新团队项目 (2019014); 云南省科技计划基础研究重点项目 (202001AS070018).

通讯作者: 李霞飞 (1994—), 女, 四川达州人, 博士, 助理教授. Email: xiafeili_0413@126.com

病毒所造成的全球经济损失^[7,8]。我国金融市场也受到了该事件的巨大冲击,尤其是2020年2月3日,A股出现大幅度调整,截至收盘时有超过3000只个股跌停,沪指跌幅达7.72%,深指跌幅达8.45%,创下了2015年股灾以来的单日最大跌幅。事件爆发后,我国迅速采取一系列防控措施,率先遏制了事件的蔓延,并实施了积极的复工复产措施。到2020年3月,国内防控形势逐渐好转,全国复工率已经接近100%。此时,虽然国内金融资产所面临的内部压力有所降低,但因重大公共卫生事件在国外加速蔓延,国内金融市场面临的外部压力开始持续升高。那其后的很长一段时间里,该事件在国外何时能够完全得到控制一直是未知的,国内金融市场也因此在这段时间里仍然面临着巨大的不确定性,从而这一史无前例的重大公共卫生危机事件也对我国政策制定者和投资者产生了深远的影响。因此,在面临重大公共卫生事件冲击和巨大外部风险的环境下,本土市场参与者和相关研究者在国内市场寻找合适的避险资产成为了一个亟待解决的重要现实问题。

已有相关研究指出,避险资产是指在风险事件多发时期,资本市场出现大幅动荡时,自身价格较为稳定的资产,其主要特征表现为在市场波动时期,与风险资产或风险投资组合的价格呈现负相关或弱相关性特征^[7]。首先,黄金作为避险资产有着悠久的历史,至少在过去20多年里,避险者对黄金的需求往往会在市场大幅动荡时期出现明显增长^[9-11]。其次,国债通常被认为是无违约风险的,因此也是最受欢迎的避险资产候选者之一^[9,12,13]。最后,除了黄金和国债这两种热门避险资产外,外汇和以原油为代表的大宗商品也可以在某些特定时期用于规避市场风险^[10,11,14-17]。研究表明,上述几种资产的避险属性通常会随着市场环境的变化而变化,有时这些避险资产甚至会成为金融系统的风险来源,即使是最受欢迎的黄金,它作为避险资产的角色也并非完全牢靠。如Li和Lucey^[18]在时变网络下探索了贵金属的避险能力,并发现黄金的避险强度是时变的,且经济和政治因素会影响黄金的避险能力。Wen和Cheng^[10]考察了黄金和外汇是否是新兴股票市场的避风港,发现黄金和外汇可以在新兴股票市场上用于避险,且外汇的避险能力在多数情况下优于黄金,

但在全球金融危机期间,外汇应对极端风险的优势减弱。Maghyereh等^[11]考察了原油、黄金和股票之间的收益和波动溢出效应,并研究了原油和黄金在对冲股市投资组合风险方面的有效性。研究发现原油和黄金可以在危机期间被视为弱避险资产。潜在避险资产的这种动态避险能力也意味着它们的避险效果以及它们与风险资产间的信息传递特征很可能会随着重大公共卫生事件的国内外发展趋势的改变而发生变化。然而,目前还较少有研究讨论重大公共卫生事件影响下,我国股票市场与四种潜在避险资产市场——国债、黄金、外汇和原油间的系统性收益和风险溢出效应,从而,这些潜在避险资产在重大公共卫生事件期间对国内市场的系统性风险的规避作用尚不明确。值得一提的是,始于2019年底的重大公共卫生事件在短短几个月里就在我国经历了爆发、传播到基本可控的完整过程,这意味着基于国内数据探索股票与四种潜在避险资产间在该事件期间的溢出效应及其动态特征对国内外投资者和政策制定者都有着重要的指导意义。

进一步结合现有文献可知,虽然始于2019年年末的重大公共卫生事件重新引起了研究者对灾难性事件影响下的金融资产间的溢出效应的关注^[7,19-23],但从现有文献来看,还较少有研究探索该事件影响下的国内风险资产和避险资产间的系统性溢出特征。方意等^[21]虽然分析了该事件的冲击对中国股票、国债和外汇市场的自身风险及风险溢出的影响,却并没有将贵金属市场和大宗商品市场考虑在内。Ji等^[7]虽然评估了黄金、加密货币、外汇和原油等潜在避险资产对中国、欧洲和美国股票市场的避险作用,并发现黄金在该事件期间有着强劲的避险能力,但并没有在国内市场上寻找避险资产,而是在国际市场上寻找。总之,目前还较少有研究是完全基于我国数据,讨论该事件影响下我国股票市场与国债、黄金、外汇和原油市场间的系统性溢出效应。

在研究方法方面,现有研究早已通过诸如条件相关性^[24-29]、Granger因果关系检验^[30-33]、Copula^[5,34-37]和CoVaR计量^[1,38-41]等方法发现,资产间的溢出效应应该是动态的,且溢出效应的传递应该具有方向性。然而,这些研究大多分析两两市场间的溢出效应,较少有研究从整体上把握资

产系统内的溢出特征。自 Diebold 和 Yilmaz^[42-44] 提出一种针对资产系统的溢出指数框架以来,越来越多的学者意识到了从整体上把握资产系统的内部溢出特征的重要性^[26,45-48]。Diebold 和 Yilmaz^[42-44] 的溢出指数框架为变量间的溢出关系提供了更多分类,使其在捕获任意两个变量间的信息传递特征的同时,可以把握资产系统的整体溢出趋势,这有助于市场参与者更加全面地了解资产系统的内部溢出特征,也有助于辅助市场参与者预判市场走势,做好调整投资策略和市场稳定性政策的准备。然而,Diebold 和 Yilmaz^[42-44] 框架主要利用滚动窗口方法构建时变溢出指数,容易损失滚动期内所包含的有价值的溢出信息,且溢出指数的估计结果对滚动窗口长度敏感。因此,该方法用于估计小样本变量间的溢出指数时容易产生较大误差。同时,该方法对数据的平稳性有着较高要求,异常值的出现往往容易影响参数的估计效果。因此,本研究使用 Antonakakis 等^[49] 的适应性更强的基于 Kalman 滤波的 TVP-VAR 溢出指数框架来量化中国股票、国债、外汇、黄金和原油间的动态溢出效应。Antonakakis 等^[49] 指出相较于滚动窗口方法,这一溢出指数框架可以更准确地确定参数值的潜在变化,降低离群值对参数估计效果的影响。同时,该方法在计算动态参数时不损失观测样本,也无需主观设置滚动窗口长度,因此更适用于小样本和弱平稳变量间的溢出效应分析。Diebold 和 Yilmaz^[42-44] 以及 Antonakakis 等^[49] 的方法都通过量化某一变量因系统中另一变量的冲击而产生的未来不确定性的整体份额,来衡量变量间的溢出效应的动态特征,但它们都无法具体刻画冲击对系统和系统中的变量在短、中、长期内的定量作用。然而,Baruník 和 Křehlík^[50] 的研究指出,经济活动的冲击通常在不同频域以不同强度影响系统中的资产。在现实中,投资者也会根据投资组合的不同周期成分,对投资组合收益产生不同的预期。因此,探索溢出效应的频域,即冲击产生对系统未来不确定性的短期、中期和长期份额也至关重要。目前,虽然已有研究在该事件的背景下讨论金融资产间溢出效应的时变特征,但还没有研究讨论过我国股市与四种潜在避险资产间溢出效应的短、中和长期表现。因此,本研究进一步构建了 Antonakakis 等^[49] 的时

域溢出框架的频域扩展,探索了我国股票、国债、外汇、黄金和原油市场之间的频域溢出特征。通过构建频域框架,市场参与者可以观察到不同资产间的溢出效应在不同投资期限(短期、中期和长期)上的变化特征,这对指导投资者在不同期限上的投资决策具有重要的现实意义。

目前,金融变量间的信息溢出研究主要从收益溢出和波动溢出两个角度展开。其中,收益溢出可以反映金融变量间的价格联动性,而波动溢出通常用于衡量变量间的风险传染特征。投资者可以利用收益溢出特征预判市场未来的价格关联性走势,并据此及时调整投资组合策略。同时,投资者也可以利用波动溢出特征预判市场风险溢出趋势,并据此做好风险防范措施。因此,本研究为更全面地了解变量间的信息传递特征,同时探索了重大公共卫生事件影响下我国股市及潜在避险资产间的收益和波动溢出效应。这有助于市场参与者更加全面地把握重大公共卫生事件冲击下不同市场间的信息传导机制,对突发公共卫生事件冲击下的投资组合配置和金融风险管理等工作具有重要的指导意义。

与已有研究相比,本研究的不同之处在于:

- 1) 以始于2019年末的重大公共卫生事件为例,讨论了该事件影响下我国股票、国债、外汇、黄金和原油市场之间的收益和波动溢出效应,为重大公共卫生事件冲击下的投资组合配置和市场风险管理提供了新的研究视角;
- 2) 利用 Antonakakis 等^[49] 的动态溢出指数框架探索我国股票与四种潜在避险资产间收益和波动溢出效应的时变动态特征,克服了传统溢出指数框架不适用于小样本数据和非平稳时间序列的缺陷;
- 3) 构建了 Antonakakis 等^[49] 的动态溢出指数框架的频域扩展,可以同时从时域和频域两个角度刻画重大公共卫生事件冲击下资产间的信息传导方向及强度,为投资者在不同投资期限上的投资决策和市场风险管理提供了新的实证工具。

1 模型介绍

1.1 溢出指数的时域框架

本研究使用 Antonakakis 等^[49] 的动态溢出指

数框架来衡量中国股票和四种潜在避险资产间的动态收益和波动溢出效应. 该方法主要通过构建 N 变量 TVP-VAR(p) 模型计算资产间的定向关联指数. 与 Diebold 和 Yilmaz^[42-44] 的方法不同, Antonakakis 等^[49] 的方法并不是利用滚动窗口方法, 而是利用多元 Kalman 滤波器来获得 VAR(p) 模型的时变参数. N 变量 TVP-VAR(p) 模型可表示为

$$Y_t = A_t X_{t-1} + \varepsilon_t \quad \varepsilon_t \mid \Omega_{t-1} \sim N(0, \Sigma_t) \quad (1)$$

$$\text{vec}(A_t) = \text{vec}(A_{t-1}) + \xi_t \quad \xi_t \mid \Omega_{t-1} \sim N(0, \Xi_t) \quad (2)$$

其中 $Y_t = (y_{1,t}, y_{2,t}, \dots, y_{n-1,t}, y_{n,t})'$ 是一个 $N \times 1$ 向量, 表示各个变量在第 t 天的观察值, $Z_{t-1} = (Y_{t-1}, Y_{t-2}, \dots, Y_{t-p})'$, p 是滞后阶数, 根据 BIC 准则, 收益率和波动率模型的滞后阶数都被确定为 1, $A_t = (A_{1t}, A_{2t}, \dots, A_{pt})$ 是第 t 天的 $N \times N$ 系数矩阵, $\text{vec}(A_t)$ 是 A_t 的向量化形式, ε_t 和 ξ_t 是误差向量, Ω_{t-1} 代表在 $t-1$ 天可用的信息集, Σ_t 和 Ξ_t 分别是 ε_t 和 ξ_t 的方差协方差矩阵.

多元 Kalman 滤波方法被用于获取 TVP-VAR(p) 模型的动态系数矩阵和误差项的方差协方差矩阵. Kalman 滤波是一种利用线性系统状态方程, 通过系统输入输出包含噪声和干扰影响的观测数据, 对系统状态进行最优估计的算法. 相比传统的基于滚动窗的动态溢出框架, 基于 Kalman 滤波的动态溢出框架具有以下优点: 1) 在进行参数估计时, 不需记录很多历史状态, 只需知道上一状态的误差协方差矩阵即可. 因此更具有自适应性, 也更适合用于进行小样本数据集的溢出指数估计; 2) 基于 Kalman 滤波的 TVP-VAR 模型的参数估计过程不需要平稳数据, 相比滚动窗口方法来说更适用于计算平稳性不足的波动率变量之间的溢出指数. 但 Kalman 滤波方法通常是基于高斯分布假设生成噪声项, 而实际金融市场的各种时序分布并非严格的高斯分布, 从而滤波过程可能存在部分远远偏离预期值的观测结果. 为了保证估计稳定, Antonakakis 等^[49] 在 Kalman 滤波算法中引入了 Koop 和 Korobilis^[51] 提供的遗忘因子和衰减因子.

基于 Koop 和 Korobilis^[51] 的遗忘因子和衰减因子的多元 Kalman 滤波器可以表示如下

$$\text{vec}(A_t) \mid X_{1:t-1} \sim N(\text{vec}(A_{t-1}), \Sigma_{t-1}^A) \quad (3)$$

$$A_{t-1} = A_{t-1|t-1} \quad (4)$$

$$\Xi_t = (1 - \kappa_1^{-1}) \Sigma_{t-1}^A \quad (5)$$

$$\Sigma_{t-1}^A = \Sigma_{t-1|t-1}^A + \Xi_t \quad (6)$$

$$\varepsilon_t = Y_t - A_{t-1} X_{t-1} \quad (7)$$

$$\Sigma_t = \kappa_2 \Sigma_{t-1|t-1} + (1 - \kappa_2) \varepsilon_t \varepsilon_t' \quad (8)$$

$$\Sigma_{t-1} = X_{t-1} \Sigma_{t-1}^A X_{t-1}' + \Sigma_t \quad (9)$$

其中 κ_1 和 κ_2 分别是遗忘因子和衰减因子. 参照 Koop 和 Korobilis^[51] 和 Antonakakis 等^[49] 的研究, 本研究令 $\kappa_1 = 0.99$, $\kappa_2 = 0.96$. 在给定第 t 天的信息的条件下, A_t , Σ_t^A 和 Σ_t 可通过以下过程进行更新

$$\text{vec}(A_t) \mid X_{1:t} \sim N(\text{vec}(A_{t|t}), \Sigma_{t|t}^A) \quad (10)$$

$$K_t = \Sigma_{t-1}^A X_{t-1}' \Sigma_{t-1}^{-1} \quad (11)$$

$$\Sigma_{t|t}^A = (I - K_t) \Sigma_{t-1}^A \quad (12)$$

$$A_{t|t} = A_{t-1|t-1} + K_t (Y_t - A_{t-1|t-1} X_{t-1}) \quad (13)$$

$$\varepsilon_{t|t} = Y_t - A_{t|t} X_{t-1} \quad (14)$$

$$\Sigma_{t|t} = \kappa_2 \Sigma_{t-1|t-1} + (1 - \kappa_2) \varepsilon_{t|t} \varepsilon_{t|t}' \quad (15)$$

其中 K_t 被称为 Kalman 增益. 随后, 以上过程获得的 A_t 和 Σ_t 被用于广义预测误差方差分解 (generalized forecast error variance decomposition, GFEVD) 过程. 在此之前, 需要将式 (1) 所示的 TVP-VAR(p) 模型转变为以下的 TVP-VMA 结构

$$Y_t = A_t X_{t-1} + \varepsilon_t = \sum_{i=0}^{\infty} B_{i,t} \varepsilon_{t-i} \quad (16)$$

其中 $B_{i,t} = \sum_{l=1}^p A_{l,t} B_{i-l,t}$, $B_{0,t}$ 是一个 $N \times N$ 维单位矩阵且 $i < 0$ 时, $B_{i,t} = 0$. 基于式 (16), 向前 H 期的 GFEVD 可以表示为

$$\Phi_{jk}(H) = \frac{\sum_{kk}^{-1} \sum_{h=0}^{H-1} (\theta_j' B_{h,t} \Sigma_t \theta_k)^2}{\sum_{h=0}^{H-1} (\theta_j' B_{h,t} \Sigma_t B_{h,t}' \theta_j)} \quad (17)$$

其中 θ_j (θ_k) 是第 j (k) 个元素为 1 而其余元素为 0 的 $N \times 1$ 向量. $\Phi_{jk}(H)$ 可表示第 k 个变量的冲击对第 j 个变量的向前 H 期的预测误差方差的贡献. 本研究参照 Naeem 等^[52] 和 Ferrer 等^[53] 的研究, 令 $H = 100$. 本研究进一步对式 (17) 进行了标准化处理. 此时, 资产 k 对资产 j 的溢出指数被量化为

$$\tilde{\Phi}_{jk,t}(H) = \frac{\Phi_{jk,t}(H)}{\sum_{j=1}^n \Phi_{jk,t}(H)} \times 100 \quad (18)$$

此时, $\sum_{k=1}^n \tilde{\Phi}_{jk,t}(H) = 1$ 且 $\sum_{j=1}^n \tilde{\Phi}_{jk,t}(H) = N$. 根据式(18), 各个资产类别间的总溢出指数(Total)可以表示为

$$Total_t(H) = \frac{\sum_{j=1}^n \sum_{k=1, k \neq j}^n \tilde{\Phi}_{jk,t}(H)}{\sum_{j=1}^n \tilde{\Phi}_{jk,t}(H)} \times 100 \quad (19)$$

整个资产系统对资产 j 的定向溢出指数(FROM)可以表示为

$$FROM_{j \rightarrow *}_t(H) = \frac{\sum_{k=1, k \neq j}^n \tilde{\Phi}_{jk,t}(H)}{\sum_{j=1}^n \tilde{\Phi}_{jk,t}(H)} \times 100 \quad (20)$$

同理, 资产 j 对整个资产系统的定向溢出指数(TO)表示为

$$TO_{j \rightarrow *}_t(H) = \frac{\sum_{k=1, k \neq j}^n \tilde{\Phi}_{kj,t}(H)}{\sum_{j=1}^n \tilde{\Phi}_{jk,t}(H)} \times 100 \quad (21)$$

相应的, 资产 j 对整个资产系统的净定向溢出指数(NET)为

$$NET_{j,t}(H) = TO_{j \rightarrow *}_t(H) - FROM_{j \rightarrow *}_t(H) \quad (22)$$

此外, 还可以通过式(18)计算出资产 j 和资产 k 间的净成对定向溢出指数(NP)为

$$NP_{jk,t}(H) = (\tilde{\Phi}_{kj,t}(H) - \tilde{\Phi}_{jk,t}(H)) / \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n \tilde{\Phi}_{jk,t}(H) \times 100 \quad (23)$$

显然, 负的 NP 表示资产 k 对资产 j 的溢出效应强于资产 j 对资产 k 的溢出效应, 即, 资产 j 被资产 k 所主导.

1.2 溢出指数的频域框架

Barunik 和 Kiehlík^[50] 在 Diebold 和 Yilmaz^[42-44] 的基础上构造了一种频域溢出指数框架. 受这一频域框架的启发, 本研究在 Antonakakis 等^[49] 的基础上, 构建了 Antonakakis 等^[49] 的方法的频域扩展, 以发掘不同频域下资产间的动态溢出效应.

这一方法首先定义一个频率响应函数如下

$$B_t(e^{-i\omega}) = \sum_{h=0}^{H-1} e^{-i\omega h} B_{h,t} \quad (24)$$

其中 $i = \sqrt{-1}$. 随后, 计算频率 $\omega \in (-\pi, \pi)$ 上的广义因果谱为

$$(f_t(\omega))_{jk} = \frac{\sum_{kk',j}^{-1} |\theta_j' B_t(e^{-i\omega}) \Sigma_t \theta_{k'}|}{\theta_j' B_t(e^{-i\omega}) \Sigma_t B_t(e^{+i\omega}) \theta_j} \quad (25)$$

$(f_t(\omega))_{jk}$ 代表第 j 个变量在频率 ω 处由于第 k 个变量的冲击而导致的溢出部分. 定义一个目标频域 $d = (s, l)$, 其中 $s < l$ 且 $s, l \in (-\pi, \pi)$. 此时, 频带 d 上的 GFEVD 可以用以下加权方法进行计算

$$\Phi_{jk,t}(d) = \frac{1}{2\pi} \int_d W_{j,t}(\omega) (f_t(\omega))_{jk} d\omega \quad (26)$$

其中

$$W_{j,t}(\omega) = \frac{\theta_j' B_t(e^{-i\omega}) \Sigma_t B_t(e^{+i\omega}) \theta_j}{1/2\pi \int_{-\pi}^{\pi} (\theta_j' B_t(e^{-i\lambda}) \Sigma_t B_t(e^{+i\lambda}) \theta_j) d\lambda} \quad (27)$$

同理, 将 $\Phi_{jk,t}(d)$ 标准化得到频域 d 内资产 k 对资产 j 的溢出指数为

$$\tilde{\Phi}_{jk,t}(d) = \frac{\Phi_{jk,t}(d)}{\sum_{k=1}^n \Phi_{jk,t}(\infty)} \quad (28)$$

其中

$$\Phi_{jk,t}(\infty) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} W_{j,t}(\omega) (f_t(\omega))_{jk} d\omega \quad (29)$$

此时, 在频域 d 内, 式(19) ~ 式(23) 所示的五种溢出指数分别表示为

$$Total_t(d) = \left(\sum_{j=1}^n \sum_{k=1, k \neq j}^n \tilde{\Phi}_{jk,t}(d) - Tr\{\tilde{\Phi}_{jk,t}(d)\} \right) / \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n \tilde{\Phi}_{jk,t}(\infty) \times 100 \quad (30)$$

$$FROM_{j \rightarrow *}_t(d) = \left(\sum_{k=1, k \neq j}^n \tilde{\Phi}_{jk,t}(d) \right) \times \frac{\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n \tilde{\Phi}_{jk,t}(d)}{\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n \tilde{\Phi}_{jk,t}(\infty)} \times 100 \quad (31)$$

$$TO_{j \rightarrow i}(d) = \left(\sum_{k=1}^n \tilde{\Phi}_{kj}(d) \right) \times \frac{\sum_{j=1}^n \tilde{\Phi}_{jk}(d)}{\sum_{j=1}^n \tilde{\Phi}_{jk}(\infty)} \times 100 \quad (32)$$

$$NP_{jk}(d) = \left(\tilde{\Phi}_{kj}(d) \frac{\sum_{j=1}^n \tilde{\Phi}_{kj}(d)}{\sum_{j=1}^n \tilde{\Phi}_{jk}(\infty)} - \tilde{\Phi}_{jk}(d) \frac{\sum_{j=1}^n \tilde{\Phi}_{jk}(d)}{\sum_{j=1}^n \tilde{\Phi}_{jk}(\infty)} \right) \times 100 \quad (34)$$

$$NET_{ji}(d) = TO_{j \rightarrow i}(d) - FROM_{j \rightarrow i}(d) \quad (33)$$

表1 收益率和波动率序列的描述性统计

Table 1 Descriptive statistics of return and volatility series

统计值	股票	国债	外汇	黄金	原油
Panel A: 收益率					
均值	-0.006	0.011	0.020	0.069	-0.070
标准差	1.243	0.240	0.221	0.866	2.343
偏度	-0.729	0.222	0.017	0.099	-0.085
峰度	8.184	4.898	4.828	9.374	6.667
J-B	664.685***	87.067***	76.597***	931.834***	308.858***
ADF	-24.410***	-23.106***	-20.612***	-24.260***	-21.278***
Q(5)	10.490*	1.927	16.292***	9.098	9.423*
Q(10)	16.214*	9.224	17.786*	21.476**	11.138
Q(20)	20.910	20.442	31.131*	41.845***	24.056
Panel B: 波动率					
均值	1.680	0.057	0.050	0.770	5.506
标准差	1.337	0.012	0.030	0.833	6.194
偏度	3.927	0.937	1.345	2.692	3.854
峰度	26.177	2.912	4.323	12.461	21.855
J-B	13 723.470***	80.709***	205.950***	2 715.425***	9 508.570***
ADF	-6.677***	-2.381**	-5.169***	-2.777***	-3.923***
Q(5)	1 169.132***	2 395.771***	1 650.250***	2 332.448***	1 778.842***
Q(10)	1 412.128***	4 309.903***	2 405.801***	4 030.753***	2 451.764***
Q(20)	1 460.905***	7 250.670***	3 089.104***	5 952.457***	3 029.571***

注: J-B 表示 Jarque-Bera 检验统计量; ADF 表示 Augmented Dickey-Fuller 单位根检验统计量; Q(n) 表示滞后 n 阶的 Ljung-Box Q 统计量; ***, ** 和 * 分别表示在 1%、5% 和 10% 的显著性水平上显著。

本研究考虑了三个频域 d 这三个频域分别对应了三个 H 范围 即 1 天~5 天 5 天~22 天和 22 天以上。

2 实证分析

2.1 数据说明与描述性统计

本研究主要考虑了五种资产类别,即股票、国债、外汇、黄金和原油。上证综合指数、中国金融期货交易所十年期国债期货主力合约连续价格、人民币兑美元汇率、上海期货交易所的黄金期货以及上海国际能源交易中心原油期货主力合约的连

续价格分别被用作这五种资产类别的代理变量。所有的数据均来源于“锐思数据库”,且受国内原油期货的样本长度限制,样本区间设定为 2018 年 3 月 26 日—2020 年 7 月 1 日。为分析五种资产间的收益和波动溢出特征,本研究对五种资产计算对数收益率并参考 BenSaida 等^[54]的做法,用 AR(1)-GJR(1,1) 模型估计几种资产的波动率。表 1 列出了描述性统计结果。偏度系数表明股票和原油的收益率分布是左偏的,而其他资产的收益率分布是右偏的。同时,五种资产的波动率分布都是右偏的;峰度系数表明几乎所有资产类别的

收益率和波动率分布都具有尖峰厚尾特征, 国债波动率除外; Jarque-Bera 统计量表明, 几种资产的收益率和波动率均不服从正态分布; ADF 检验的结果表明五种资产的收益率和波动率序列都是平稳的; 最后, Ljung-Box Q 统计量说明, 仅有国债收益率不存在显著的自相关特征。

2.2 静态溢出指数

表2列出了时域框架下的静态收益和波动溢出指数。首先, 在总溢出指数方面, 总波动溢出指数为34.2%, 远高于总收益溢出指数(19.5%);

第二, 在净定向溢出指数方面, 股票、国债和黄金是主要的净收益溢出传递者, 而黄金和原油是主要的净波动溢出传递者。也就是说股票、国债和黄金共同主导了系统的收益变化, 而黄金和原油则共同主导了系统的风险变化; 第三, 在净成对定向溢出指数方面, 本研究主要关注股票市场与其他四种资产之间的成对关系, 表2显示股票可以同时主导国债、外汇和原油的收益变化, 但它却只能主导外汇的波动变化。显然, 五种资产间的收益溢出路径和波动溢出路径并不完全一致。

表2 时域下的静态收益和波动溢出指数

Table 2 Static return and volatility spillover index in time-domain

变量和溢出指数	股票	国债	外汇	黄金	原油	FROM
Panel A: 收益溢出指数						
股票	77.7	8.5(-0.1)	2.3(-1.9)	5.6(0.0)	5.9(-0.2)	4.5
国债	9.1(0.1)	82.0	1.3(-0.4)	4.8(0.0)	2.8(0.1)	3.6
外汇	11.7(1.9)	3.1(0.4)	76.5	6.1(0.6)	2.5(0.1)	4.7
黄金	5.5(-0.0)	4.8(-0.0)	3.3(-0.6)	82.1	4.3(-0.2)	3.6
原油	6.7(0.2)	2.4(-0.1)	1.8(-0.1)	5.1(0.2)	84.0	3.2
TO	6.6	3.8	1.7	4.3	3.1	
NET	2.1	0.2	-2.9	0.7	-0.1	Total
NP	3	1	0	4	2	19.5
Panel B: 波动溢出指数						
股票	70.4	9.9(0.3)	3.8(-0.1)	7.2(0.8)	8.7(0.9)	5.9
国债	8.3(-0.3)	62.4	4.5(-2.6)	15.8(2.2)	9.0(0.9)	7.5
外汇	4.3(0.1)	17.3(2.6)	57.6	10.3(1.0)	10.5(1.5)	8.5
黄金	3.0(-0.8)	4.5(-2.2)	5.4(-1.0)	70.3	16.7(-0.6)	5.9
原油	4.4(-0.9)	4.7(-0.9)	3.1(-1.5)	19.7(0.6)	68.1	6.4
TO	4.0	7.3	3.4	10.6	9.0	
NET	-1.9	-0.2	-5.1	4.6	2.6	Total
NP	1	2	0	4	3	34.2

注: 除了 TO、NET、Total 指数外, 表中还列出了第一行所列资产对第一列所列资产的定向溢出指数; 括号中的数据表示第一行所列资产与第一列所列资产间的净成对定向溢出指数, 正的净成对定向溢出指数被加粗; NP 行总结了净成对溢出指数大于0的次数。

表3 频域下的静态收益溢出指数

Table 3 Static return spillover index in frequency-domain

变量和溢出指数	股票	国债	外汇	黄金	原油	FROM
频域1: 1天-5天						
股票	64.2	6.5(-0.3)	1.9(-1.3)	4.5(0.0)	4.7(-0.1)	3.5
国债	7.8(0.3)	66.2	1.0(-0.2)	3.6(-0.0)	2.0(0.1)	2.9
外汇	8.3(1.3)	2.2(0.2)	57.1	3.9(0.2)	1.7(0.1)	3.2
黄金	4.3(-0.0)	3.7(0.0)	2.8(-0.2)	65.9	3.3(-0.2)	2.8
原油	5.1(0.1)	1.7(-0.1)	1.3(-0.1)	4.5(0.2)	65.9	2.5
TO	5.1	2.8	1.4	3.3	2.3	
NET	1.6	-0.1	-1.8	0.5	-0.2	Total
NP	3	2	0	3	2	15.0

续表3

Table 3 Continues

变量和溢出指数	股票	国债	外汇	黄金	原油	FROM
频域2: 5天-22天						
股票	10.1	1.6(0.1)	0.3(-0.4)	0.9(-0.0)	0.9(-0.1)	0.7
国债	1.0(-0.1)	11.8	0.2(-0.1)	0.9(0.0)	0.6(0.0)	0.5
外汇	2.5(0.4)	0.7(0.1)	14.4	1.5(0.2)	0.6(0.0)	1.1
黄金	1.0(0.0)	0.9(-0.0)	0.4(-0.2)	11.8	0.8(0.1)	0.6
原油	1.2(0.1)	0.5(-0.0)	0.4(-0.0)	0.5(-0.1)	13.1	0.5
TO	1.1	0.7	0.3	0.8	0.6	
NET	0.4	0.2	-0.8	0.2	0.1	Total
NP	3	2	0	2	3	3.5
频域3: 22天以上						
股票	3.6	0.6(0.0)	0.1(-0.2)	0.3(-0.0)	0.3(-0.0)	0.3
国债	0.4(-0.0)	4.3	0.1(-0.0)	0.3(0.0)	0.2(0.0)	0.2
外汇	0.9(0.2)	0.3(0.0)	5.3	0.6(0.1)	0.2(-0.0)	0.4
黄金	0.4(0.0)	0.3(-0.0)	0.1(-0.1)	4.2	0.3(0.0)	0.2
原油	0.4(0.0)	0.2(-0.0)	0.1(0.0)	0.2(-0.0)	4.8	0.2
TO	0.4	0.3	0.1	0.3	0.2	
NET	0.2	0.1	-0.3	0.1	0.0	Total
NP	3	2	0	2	3	1.3

注: 除了 TO NET Total 指数外, 表中还列出了第一行所列资产对第一列所列资产的定向溢出指数; 括号中的数据表示第一列所列资产与第一行所列资产间的净成对定向溢出指数, 正的净成对定向溢出指数被加粗; NP 行总结了净成对溢出指数大于0的次数。

表4 频域下的静态波动溢出指数

Table 4 Static volatility spillover index in frequency-domain

变量和溢出指数	股票	国债	外汇	黄金	原油	FROM
频域1: 1天-5天						
股票	12.1	0.6(0.1)	0.2(-0.0)	0.5(0.1)	0.6(0.1)	0.4
国债	0.1(-0.1)	3.1	0.2(-0.0)	0.2(0.0)	0.1(-0.0)	0.1
外汇	0.2(0.0)	0.4(0.0)	7.1	0.5(0.1)	0.2(0.0)	0.3
黄金	0.1(-0.1)	0.1(-0.0)	0.1(-0.1)	1.6	0.1(-0.0)	0.1
原油	0.4(-0.1)	0.2(0.0)	0.1(-0.0)	0.2(0.0)	6.0	0.2
TO	0.2	0.3	0.1	0.3	0.2	
NET	-0.2	0.1	-0.1	0.2	0.0	TCI
NP	1	3	0	4	2	1.0
频域2: 5天-22天						
股票	21.9	1.2(0.2)	0.4(-0.1)	1.2(0.2)	1.1(0.1)	0.8
国债	0.4(-0.2)	7.1	0.6(-0.1)	0.7(0.1)	0.2(-0.1)	0.4
外汇	0.8(0.1)	1.1(0.1)	17.3	1.6(0.3)	0.7(0.1)	0.8
黄金	0.3(-0.2)	0.1(-0.1)	0.2(-0.3)	4.7	0.5(-0.0)	0.2
原油	1.0(-0.1)	0.6(0.1)	0.2(-0.1)	0.7(0.0)	14.3	0.5
TO	0.5	0.6	0.3	0.8	0.5	
NET	-0.3	0.2	-0.5	0.6	0.0	TCI
NP	1	3	0	4	2	2.7
频域2: 22天以上						
股票	35.3	8.8(0.1)	3.5(-0.0)	6.0(0.6)	7.0(0.8)	5.1
国债	8.5(-0.1)	50.1	3.7(-2.4)	16.4(2.1)	8.8(1.0)	7.5

续表4

Table 4 Continues

变量和溢出指数	股票	国债	外汇	黄金	原油	FROM
频域 2: 22 天以上						
外汇	3.6(0.0)	15.0(2.4)	34.2	8.7(0.6)	8.6(1.3)	7.2
黄金	2.6(-0.6)	4.5(-2.1)	5.7(-0.6)	66.9	12.4(-0.6)	5.0
原油	2.7(-0.8)	4.0(-1.0)	3.1(-1.3)	17.8(0.6)	48.1	5.5
TO	3.5	6.5	3.2	9.8	7.4	
NET	-1.6	-1.0	-4.0	4.7	1.8	TCI
NP	1	2	0	4	3	30.3

注: 除了 TO、NET、Total 指数外, 表中还列出了第一行所列资产对第一列所列资产的定向溢出指数; 括号中的数据表示第一列所列资产与第一行所列资产间的净成对定向溢出指数, 正的净成对定向溢出指数被加粗; NP 行总结了净成对溢出指数大于 0 的次数。

表 3 和表 4 分别列出了频域框架下的静态收益溢出指数和波动溢出指数。表中结果表明: 第一, 总收益溢出的短期成分大于中长期成分, 而总波动溢出的长期成分远大于中短期成分。Baruník 和 Křehlík^[50] 认为高频(短期)溢出现象往往源于投资者情绪或者羊群效应导致的噪声交易, 而低频(长期)溢出现象往往受宏观经济基本面等长期不确定性因素的影响。现有研究也指出投资者情绪的变化在短期内会改变投资者交易的期限结构, 导致市场收益短期内偏离正常水平, 但随着时间的推移, 投资者情绪对交易的影响会得到修正^[55]。然而, 宏观经济基本面的变化主要通过影响边际效用、资本成本和贴现率等因素, 并最终对市场的长期波动产生影响^[56]。结合这些研究成果可以认为, 收益溢出的短期成分大于中长期成分意味着资产间的收益溢出强度更容易受到短期因素, 如投资者避险情绪导致的噪声交易等的影响, 而波动率的长期成分大于中短期成分意味着资产

间的波动溢出强度更容易受到长期因素, 如宏观经济基本面的影响; 第二, 净定向溢出指数的结果显示, 在不同频域内, 一些资产在系统中作为净溢出传递者或接收者的作用也会有所不同, 称这种现象为周期性差异。这种周期性差异主要发生在国债和原油市场。具体来说, 国债和原油在短期内都是收益溢出的净传递者, 而它们在中长期内都是收益溢出的净接收者。国债在中短期频域内是波动溢出的净传递者, 但在长期频域内是波动溢出的净接收者。国债在收益和波动溢出方面显示出的这种周期性差异也表明了其在短期内可能会加剧投资者的情绪表现, 但在长期内则能起到维持金融系统稳定的作用; 第三, 净成对定向溢出指数的统计结果进一步表明, 股票市场在短期频域内主导了国债、外汇和原油的收益变化, 但在中长期频域内主要主导外汇、黄金和原油的收益变化。然而, 股票在三个频域内都只能主导外汇的波动变化。

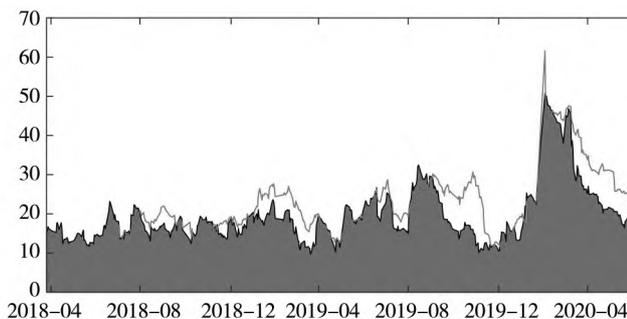


图1 时域下的总收益溢出指数

Fig. 1 Total return spillover index in time-domain

本小节简单阐述了股票和四种潜在避险资产间的收益和波动溢出效应的静态特征, 但资产间的溢出效应往往是随时间变化而发生改变的。因此, 后文进一步探讨股市与四种潜在避险资产间

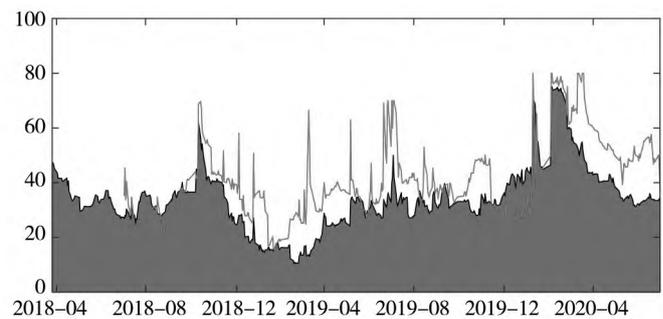


图2 时域下的总波动溢出指数

Fig. 2 Total volatility spillover index in time-domain

的动态溢出指数, 并重点讨论溢出效应在重大公共卫生事件期间的时域和频域表现。为便于分析, 本研究参考国内权威部门的划分标准, 对该事件划分五个主要阶段: 初期(2019/12/27—2020/01/

19)、严重时期(2020/01/20—2020/02/20)、舒缓时期(2020/02/21—2020/03/17)、基本可控时期(2020/03/18—2020/04/28)和常态化时期(2020/04/29—2020/07/01)。

2.3 动态总溢出指数

本小节首先讨论了动态总溢出指数的时域和频域特征。时域下的动态总收益溢出指数和总波动溢出指数分别见图1和图2。两图中的阴影部分绘制了TVP-VAR框架下的总溢出指数,实线轨迹则表明的是Diebold和Yilmaz^[42-44]框架下的总溢出指数。发现两种方法构建的总收益溢出指数大致呈现出相似的轨迹,而Diebold和Yilmaz^[42-44]方法构建的波动溢出指数产生了更多异常值,这是因为Diebold和Yilmaz^[42-44]方法相比TVP-VAR框架来说对数据平稳性有更高要求,而波动率序列的平稳性往往弱于收益率序列。从图1和图2可以看出:第一,该事件期间(2019年12月起),总波动溢出强度高于总收益溢出强度;第二,该事件的爆发同时增加了国内股市与潜在避险资产间的价格联动性和风险联动性。其中,总收益溢出指数在2020年以前大多低于20%,而在2020年1月末,随着该事件进入严重时期,投资者避险情绪高涨,总收益溢出指数迅速增加,并在2020年2月初达到约50%的历史峰值。类似的,总波动溢出指数在2020年1月底也因该事件进入严重时期而迅速增加,并最终达到了75%左右的历史峰值;第三,随着该事件步入舒缓时期(2020年2月

底),国内资产系统所面临的内部压力减小,投资者情绪对国内资产系统的影响也在国家宏观调控政策和市场自我调节机制的共同作用下逐渐得到修正。总收益溢出指数和总波动溢出指数也因此呈现出下降趋势。虽然总收益溢出指数在2020年3月因该事件在全球多个国家加速蔓延而再次增加,但因国内防控形势的逐步趋好,总收益溢出指数并未突破2020年2月初所达到的历史峰值。同时,该事件在全球多国的加速蔓延并没有影响波动溢出指数的减小趋势。

图3和图4进一步绘制了频域下的总收益溢出指数和总波动溢出指数。综合剖析图3和图4的实证结果可以发现:首先,总收益溢出的短期成分始终大于其中长期成分,且总波动溢出的长期成分始终大于其中短期成分,这与静态溢出指数的结果一致;其次,在该事件进入严重时期时(2020年1月底),总收益溢出和总波动溢出指数的三个频域成分同时出现大幅度上升。这也说明该事件不仅使得投资者避险情绪高涨,还增加了国内宏观经济基本面的不确定性,对国内金融系统的长期稳定性造成了重大影响;最后,总收益和总波动溢出指数的三个频域成分均在该事件严重时期达到历史峰值,且它们均在该事件进入常态化时期(2020年4月底)后恢复至正常水平,这在一定程度上说明了我国面临重大公共卫生事件冲击时果断采取的一系列防控措施以及流动性投放政策等对维持我国金融系统长期稳定所发挥的积极作用。

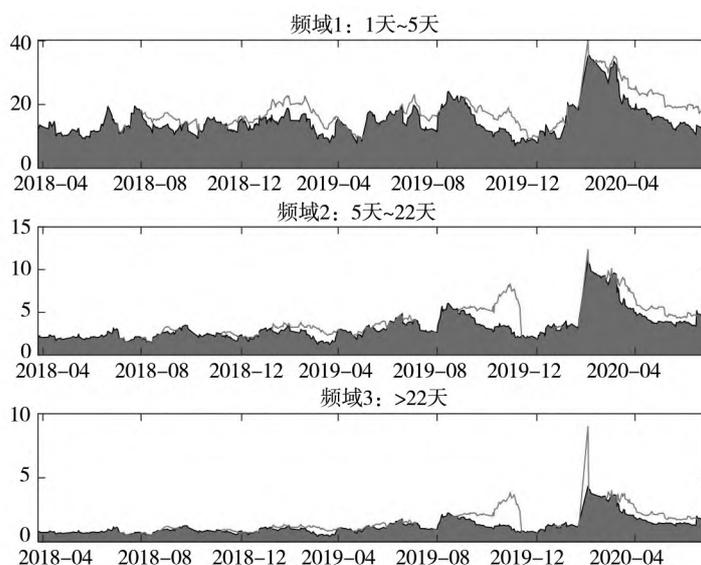


图3 频域下的总收益溢出指数

Fig. 3 Total return spillover index in frequency-domain

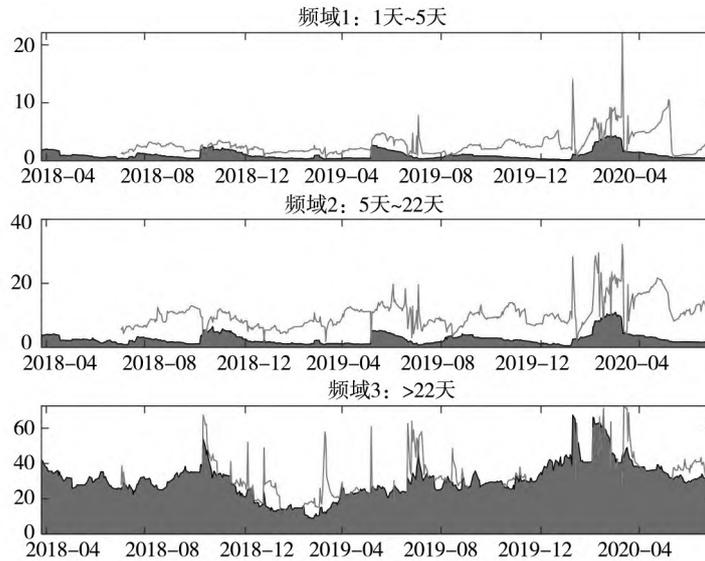


图 4 频域下的总波动溢出指数

Fig. 4 Total volatility spillover index in frequency-domain

2.4 动态净定向溢出指数

总溢出指数显示了五种资产间的收益和波动溢出效应的整体变化趋势,为进一步考察单个资产在整个系统中的信息传递/接收作用,本小节进一步分析了净定向收益和波动溢出指数的动态特征.图 5 绘制了时域下的动态净定向收益溢出指

数.综合剖析图 5 的实证结果可以得到以下几点发现.第一,除外汇总是扮演着净收益溢出接收者的角色外,其他资产在样本期内均出现过角色转变.在其他四种资产中,股票作为净收益溢出传递者的作用较少发生变化,它唯一一次由净传递者向净接收者的转变发生在 2020 年 1 月初.此时,

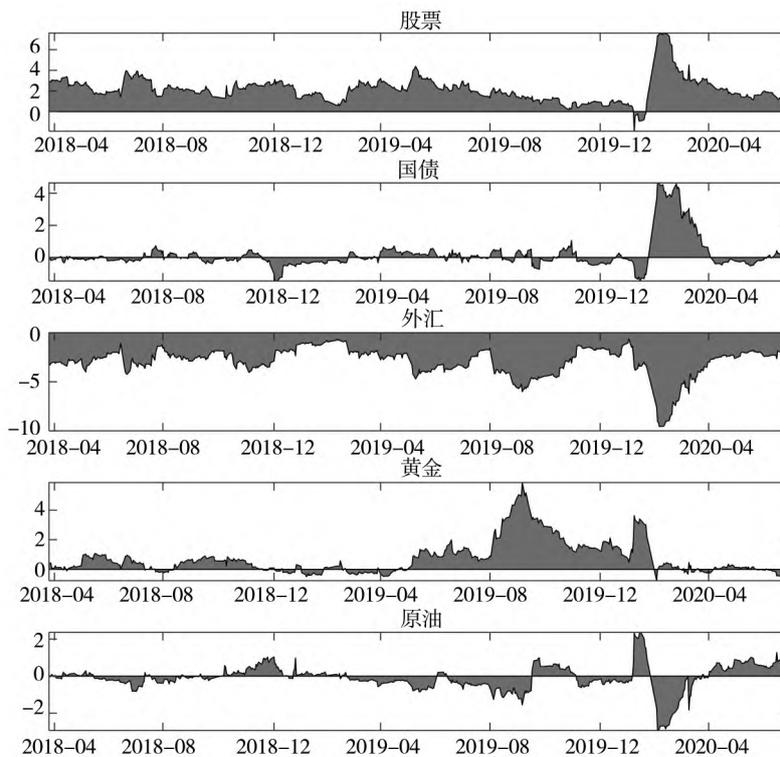


图 5 时域下的净定向收益溢出指数

Fig. 5 Net directional return spillover index in time-domain

受美伊关系有所缓和的影响,国际黄金和原油价格下跌,投资者情绪迅速转移,国内黄金和原油受此影响而短暂成为了国内资产系统价格变化的主导因素;第二,2020年1月底,该公共卫生事件进入严重时期导致除黄金外的其他四种资产的净定向收益溢出指数发生了剧烈波动,且它们均在这一阶段达到各自的历史新高/历史新低后逐渐恢复至正常水平;第三,在该事件期间,国债只在中期阶段(2020年1月20日—2020年3月底,即该事件从进入严重时期到进入基本可控时期的一段时间)成为了除股票以外的另一个重要的净收益溢出传递者。在这段时期,我国为控制事件蔓延而严格限制人员流动和商业活动,导致投资者恐慌情绪增加,股票价格大幅度下跌,对国内金融市场稳定性产生了较大冲击。为稳定金融市场和实体经济,增加金融市场流动性,央行在开展大规模流动性投放的同时采取降息操作,使得国债收益率走低。与此同时,国际上在此期间反应迟缓,未能预估到该事件将带来的严重影响,国际黄金和原油在这期间对国内资产系统价格变化的主导作用

有限。总之,国债成为该事件中期的额外的净收益溢出传递者是多种因素共同作用的结果。第四,2020年4月,虽然该事件在国内已经逐渐可控并出现常态化趋势,但因该事件的国外形势仍不明朗,国际原油价格因该事件的全球蔓延和石油价格战的爆发而大幅下跌,投资者恐慌情绪加剧,原油也因此成为了该事件后期(即2020年4月以后的时期)除股票以外的另一个重要收益溢出来源。

图6进一步绘制了频域下的动态净定向收益溢出指数。从图6中可以观察到以下几个主要结果。第一,2020年1月初,国内黄金和原油市场的中长期净收益溢出强度并没有明显增加。从而,美伊关系缓和主要增强了黄金和原油对系统短期价格变化的主导作用;第二,2020年1月底,股票和国债在三个频域内的净定向收益溢出指数都大幅度增加,外汇和原油在三个频域内的净定向收益溢出指数都大幅度减小。这说明该事件的爆发增加了中国的宏观经济基本面的不确定性,股票和国债对系统的短期和中长期收益变化的主导作用

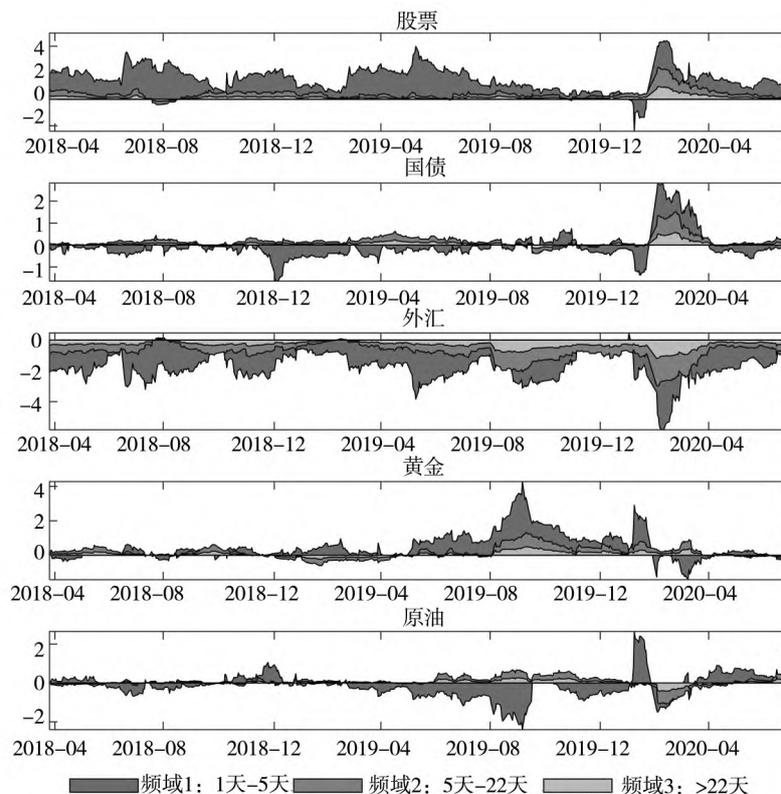


图6 频域下的净定向收益溢出指数
Fig. 6 Net directional return spillover index in frequency-domain

也因此加强. 第三, 2020年1月底—2020年3月底, 黄金在短期内由净收益溢出传递者转变为净收益溢出接收者, 但在中长期内则始终是净收益溢出传递者. 也就是说, 该事件中期, 黄金对系统收益变化的主导作用出现了明显的周期性差异. 这也意味着, 短期内黄金价格因投资者情绪的转变而受到系统价格变化的驱动, 而在中长期内, 由于通胀预期仍然较高, 黄金仍然主导着系统的价格变化. 最后, 2020年4月, 随着国内该事件的基本可控并进入常态化阶段, 国内经济逐渐复苏, 几种资产的中长期净收益溢出指数都下降到了较低水平, 国内资产系统的长期稳定性基本恢复.

以上部分讨论了股市与四种潜在避险资产间的价格联动性. 接着, 以下部分将继续讨论股市与四种潜在避险资产间的风险联动性. 图7绘制了时域下的动态净定向波动溢出指数. 综合分析图7的实证结果可以得到以下发现: 第一, 与收益溢

出一致的是, 2020年1月美伊关系缓和也大幅度增加了黄金和原油对整个资产系统的波动溢出强度. 此时, 股票、国债和外汇仍然是波动溢出的净接收者; 第二, 2020年1月底—2020年3月上旬(即事件的严重时期和舒缓时期), 系统内的主要净波动溢出传递者除了股票和国债, 还有原油. 此时, 国际原油价格受该事件影响而有所下降, 同时, 作为原油第一大进口国和第二大消费国, 中国对原油的需求在此期间也因国内各大行业的停工停产而大幅减少. 该事件给原油市场带来的需求压力也使得原油在此期间保持着波动溢出的净传递者的角色; 第三, 在该事件的全球蔓延和沙特打响原油价格战的多重作用下, 原油的净定向波动溢出指数在2020年3月中旬达到了约24%的峰值, 且在那以后, 原油成为了系统内唯一的净波动溢出传递者. 这也进一步体现了该事件的全球蔓延和石油价格战对中国实体经济和金融市场的巨大影响.

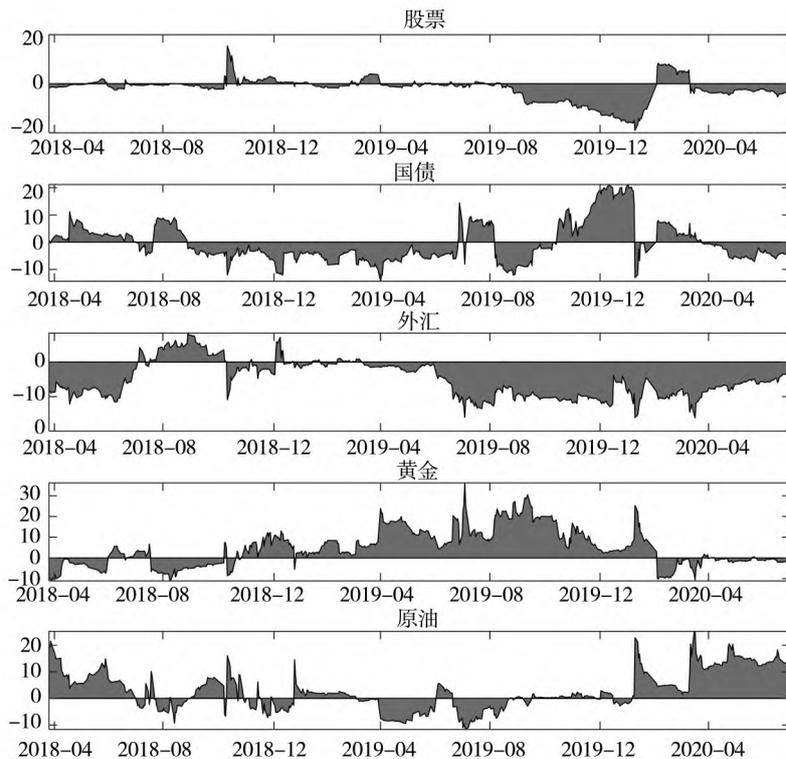


图7 时域下的净定向波动溢出指数

Fig. 7 Net directional volatility spillover index in time-domain

图8进一步绘制了频域下的动态净定向波动溢出指数. 从图8中可以总结出以下几点发现: 第一, 2020年1月美伊关系缓和导致各类资

产的长期净定向波动溢出指数剧烈波动, 而中短期净定向波动溢出指数仍然接近于0, 这意味着, 美伊关系缓和主要增加了黄金和原油对系

统长期风险的主导作用;第二,2020年1月底—2020年3月上旬(即事件的严重时期和舒缓时期),长期净波动溢出传递者与图7所发现的一致,即股票、国债和原油,而中短期内的净波动溢出传递者只有国债.这意味着,相比国债来说,股票和原油在系统中所扮演的角色有着更明显的周期性差异.这种周期性差异的产生也说明,股票和原油对宏观经济基本面的变化的响应相对滞后于国债;第三,3月中旬起,股票和原油所扮演的角色的周期性差异不断减弱甚至消失,而此时,国债在系统中的作用出现了周期性差异.具体来说,国债此时在中短期内主导系统风险变化,但在长期内受到系统风险变化的主导.这可能是由于随着该事件的逐渐可控,为推动金融市场复苏,国债利率继续下探,国内金融系统的风险短期内有所降低,但随着时间的推移,降低国债利率对推动金融市场复苏的作用逐渐减弱.

总之,本部分的主要发现系统的主要收益和波动溢出来源会随着该事件的国内外发展趋势的

变化而发生变化,且一些资产所扮演的角色产生了明显的周期性差异.具体来说,在收益溢出方面,国债因内部压力增加而成为了事件中期(2020年1月20日—2020年3月底)除股票以外的一个主要收益溢出来源,而原油在事件后期(2020年4月起)因外部压力增加而成为了除股票以外的一个额外的收益溢出来源.在事件中期,股票和国债在三个频域内都是净收益溢出传递者,而黄金虽然是中长期收益溢出的主要来源之一,却是短期收益溢出的净接收者.在波动溢出方面,股票和国债只在事件严重时期和舒缓时期是系统的主要波动溢出来源,而原油自2020年1月起就一直扮演着波动溢出的净传递者的角色.其中,股票和原油在事件严重时期和舒缓时期是系统的长期波动溢出来源和中短期波动溢出的净接收者,而国债在三个频域内都是波动溢出的净传递者;随着该事件的基本可控,股票和原油所扮演角色的周期性差异逐渐消失,而国债成为了中短期波动溢出的净传递者和长期波动溢出的净接收者.

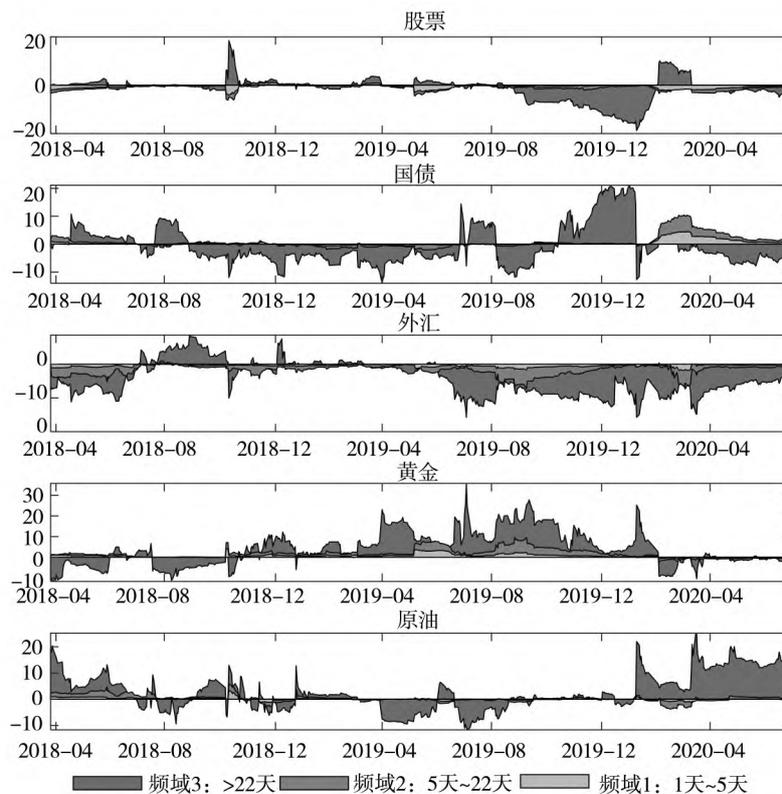


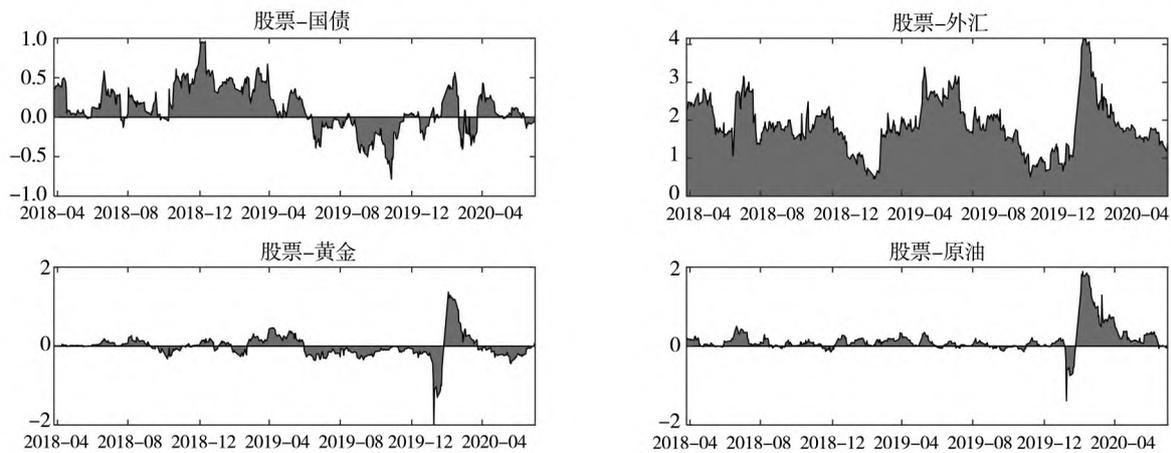
图8 频域下的净定向波动溢出指数

Fig. 8 Net directional volatility spillover index in frequency-domain

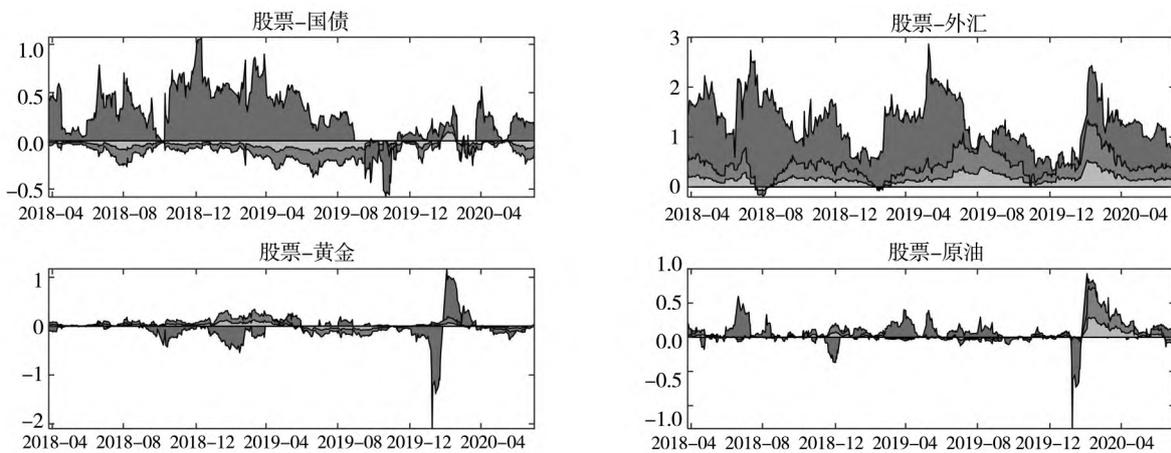
2.5 动态净成对定向溢出指数

虽然上述的总溢出指数和净定向溢出指数的结果提供了一些有益的信息,但它们在对资产间的溢出指数进行加总的过程中却掩盖了系统中特定变量间的成对信息传递特征.出于寻找避险资产的目的,本小节将进一步分析股票与四种潜在避险资产间的净成对收益和波动溢出效应,从而可以发现该事件期间股市和四种潜在避险资产之间的具体联系.图 9(a)和图 9(b)分别绘制了时域和频域下的动态净成对收益溢出指数.图 9(a)显示 2020 年 1 月初,相比国债和外汇,黄金和原油向中国股市传递了更强的净成对收益溢出,这说明,美伊关系缓和导致的黄金和原油价格变化诱发了中国股市价格变动.2020 年 1 月底,受该事件进入严重时期的影响,股票市场价格一度大

幅下跌,投资者避险情绪增加并倾向于投资相对安全的领域,这也诱发了其他市场的价格变化,从而股票对其他四种资产的净成对收益溢出强度增加.由于理论上股票与国债、外汇和黄金的价格变化呈负相关,而与原油价格变化呈正相关,投资者更可能通过投资国债、外汇和黄金以获取更高收益,国债、外汇和黄金在这一时期可能是更好的避风港.到了 2020 年 3 月,随着国内避险情绪逐渐减弱,黄金恢复了对股票的主导作用.同时,为缓解该事件对经济的冲击,推动实体经济复苏,货币政策边际宽松力度进一步加大,国债利率继续下探,国债也因此短暂地主导了股票市场价格变化,但随着实体经济和金融市场的持续复苏,这种主导作用逐渐减弱.图 9(b)显示,股票与国债、外汇和原油间的净成对收益溢出的三个频域成分在事



(a) 时域动态



(b) 频域动态

■ 频域1: 1天~5天 ■ 频域2: 5天~22天 ■ 频域3: >22天

图 9 动态净成对收益溢出指数

Fig. 9 Dynamic net pairwise return spillover index

件进入严重时期时都有所增加.而此时,股票与黄金间的净成对收益溢出的中长期成分接近于零.这意味着,受该事件进入严重时期的影响,股票对国债、外汇和原油的短期和中长期价格变化的主导作用都明显增加,但因国际宏观经济基本面的大环境在此时尚未发生明显改变,股票市场黄金的中长期价格变化的主导作用仍然较弱.

图 10(a) 和图 10(b) 分别绘制了时域和频域下的动态净成对波动溢出指数.与收益溢出不同的是,2020 年 1 月初,股票风险可由其他四种资产所主导.此时,国内股票市场风险受到了国际原油和黄金价格变化、国内国债利率整体下行和货币市场利率小幅上行的共同影响.到 2020 年 2 月,随着股市风险的增加,股票向外汇和黄金市场传递的波动溢出强度大幅度增加,外汇和黄金市场风险在一定程度上受股票市场驱动.然而,此时股票和国债及原油间的净成对波动溢出指数接

近于 0,说明在这一时期,国债和原油或许可以对股票市场风险形成更好的对冲.结合国债和原油价格在这一阶段分别呈上涨和下跌趋势的实际,投资者在这一时期或许可以通过持有国债多头和原油空头来对冲股票市场风险.到 2020 年 3 月,随着复工复产的推进,投资者避险情绪逐渐降温,避险需求降低,外汇、黄金和原油逐渐恢复了对股市波动的主导地位.2020 年 4 月起,由于该事件在国内已经基本可控,国内实体经济及金融市场进一步恢复,市场流动性预期逐渐收敛,国债收益率面临回调趋势,股票也因此逐渐成为了国债波动的主导因素.最后,从图 10(b) 的结果来看,股票和潜在避险资产间的成对波动溢出效应有着更强的长期效应.同时,事件进入严重时期后,股票和国债之间的主导关系出现了明显的周期性差异,股票市场风险在长期内驱动国债的风险变化,但在中短期内受到国债风险的主导.

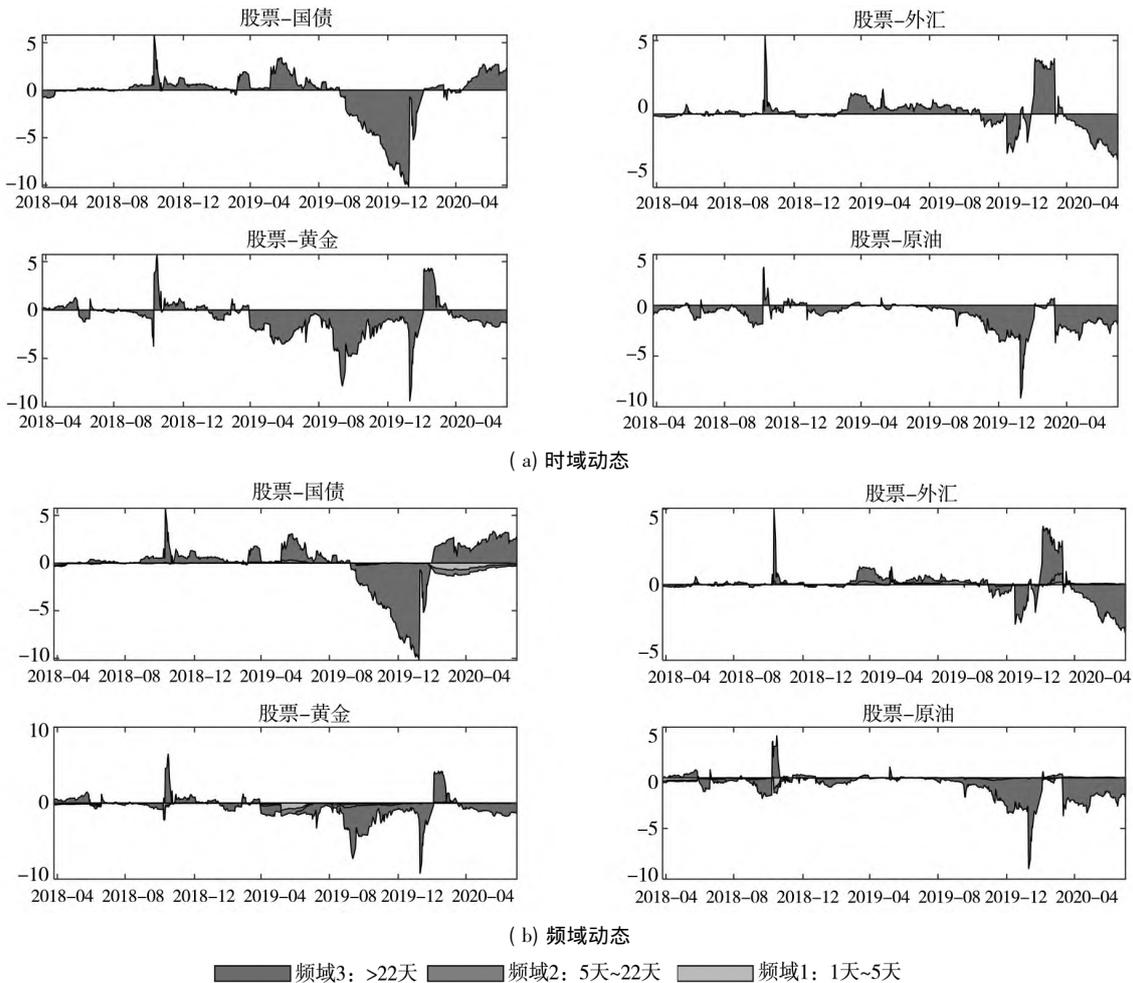


图 10 动态净成对波动溢出指数
Fig. 10 Dynamic net pairwise volatility spillover index

表 5 最优投资组合
Table 5 Optimal portfolio

投资组合	投资方案①			投资方案②		
	夏普比率	避险资产权重	避险效率	夏普比率	套期保值比率	避险效率
第一阶段: 2019/12/27 – 2020/1/19						
股票 - 国债	0.272	0.903	0.966	0.267	-1.545	0.110
股票 - 外汇	-0.436	0.936	0.961	0.124	-0.660	0.018
股票 - 黄金	0.256	0.502	0.623	0.365	-0.265	0.062
股票 - 原油	0.221	0.191	0.141	0.193	0.085	0.023
第二阶段: 2020/01/20 – 2020/02/20						
股票 - 国债	0.272	0.926	0.980	0.142	-2.674	0.172
股票 - 外汇	0.279	0.961	0.974	-0.010	-0.558	0.007
股票 - 黄金	0.002	0.687	0.767	-0.003	-0.315	0.037
股票 - 原油	-0.109	0.684	0.110	0.013	0.345	0.217
第三阶段: 2020/02/21 – 2020/03/17						
股票 - 国债	-0.071	0.924	0.977	-0.261	-2.040	0.135
股票 - 外汇	-0.053	0.974	0.982	-0.261	-0.448	0.004
股票 - 黄金	-0.360	0.617	0.674	-0.250	-0.162	0.018
股票 - 原油	-0.375	0.106	0.036	0.094	0.245	0.198
第四阶段: 2020/03/18 – 2020/04/28						
股票 - 国债	0.309	0.909	0.967	0.075	-1.602	0.113
股票 - 外汇	0.104	0.951	0.961	0.038	-0.272	0.003
股票 - 黄金	0.192	0.392	0.405	0.029	-0.019	0.002
股票 - 原油	0.035	0.006	0.001	0.060	0.130	0.143
第五阶段: 2020/04/29 – 2020/07/01						
股票 - 国债	-0.144	0.851	0.937	0.130	-1.122	0.122
股票 - 外汇	0.066	0.946	0.962	0.244	-0.445	0.008
股票 - 黄金	0.280	0.489	0.560	0.269	-0.148	0.022
股票 - 原油	0.242	0.019	0.006	0.182	0.076	0.070

图 9 和图 10 的结果主要表明股票与四种潜在避险资产间的成对主导关系即使在事件期间也是动态的,这也从侧面反映了四种潜在避险资产的动态避险能力。尤其是以上实证分析过程提及,国债、外汇和黄金在事件严重时期可能是较好的避风港,同时,持有原油空头或许也可以对股票市场风险形成较好的对冲效果。为简单验证这些发现,分别参考 Komer 和 Ng^[57]、魏宇等^[37]的工作,并结合 ADCC-GJR 模型对该事件所经历的 5 个阶段构建两种避险方案: 1) 构建方差最小化投资组合; 2) 构建方差最小化套期保值组合。两种投资

组合收益的夏普比率(计算夏普比率所需无风险利率来源于“锐思数据库”),平均投资组合权重(或套期保值比率)和平均避险效率如表 5 所示。方案①显示,在事件严重时期(第二阶段),只有股票与国债、外汇和黄金构建的最优投资组合收益有着大于 0 的夏普比率和相对较高的避险效率。这说明,此时投资者可以在减少股票市场投资比例的同时,通过增加国债、外汇和黄金的投资比例,在降低投资组合风险的同时获取合理收益,国债、外汇和黄金在这一阶段是更好的避险资产。方案②显示,在第二阶段,只有股票与国债和原油的

夏普比率为正,且避险效率超过了10%,其中原油的避险效率甚至超过了20%。由于此时国债价格和原油价格分别呈现上涨和下跌趋势,投资者可以通过持有国债多头和原油空头来对冲股票市场风险。同时,利用国债和原油进行套期保值还有机会获得夏普比率大于0的投资组合收益。总之,表5在第二阶段的检验结果在一定程度上证实了前文的猜测。值得一提的是,在投资方案①下,股票-原油的投资组合收益在第一、四、五阶段都有大于0的夏普比率,其中,原油在第一阶段的最优投资组合权重是19.1%,避险效率达到14.1%。这也说明,虽然在2020年3月初,原油价格因沙特阿拉伯发动石油价格战而大幅下跌,但它至少在事件初期(第一阶段)仍然具有一定的避险效果。同时,在投资方案②下,股票-原油套期保值组合在第二到第四阶段都有着高于国债的避险效率和大于0的夏普比率,说明发生在该事件期间的石油价格战在给中国市场带来冲击的同时也为投资者对冲股票市场风险提供了一种选择。

3 结束语

本研究利用 Antonakakis 等^[49]的动态溢出指数框架及其频域扩展,从时域和频域两个角度出发,探索了重大公共卫生事件影响下我国股票市场和四种潜在避险资产(国债,外汇,黄金和原油)市场间的收益和波动溢出效应。主要实证结果发现:1) 该事件的发生导致我国股票和四种潜在避险资产间的总收益和波动溢出指数及其三个频域成分均出现了前所未有的增加;2) 在该事件期间,波动溢出强度明显大于收益溢出强度,且收益溢出的短期成分最大,更容易受到短期因素的影响,而波动溢出的长期成分最大,更容易受到长期因素的影响;3) 系统的主要收益和波动溢出来源会因该事件的国内外发展趋势的变化而发生改变,且一些资产所扮演的角色在不同期间产生了明显的周期性转变。具体来说,在收益溢出方面,

国债是事件中期除股票以外的一个重要收益溢出来源,而原油在该事件后期因外部压力的增加而成为了除股票以外的一个额外的收益溢出来源。在事件中期,股票和国债在三个频域内都是净收益溢出传递者,而黄金虽然是短期收益溢出的净接收者,却是中长期收益溢出的净传递者。在波动溢出方面,股票和国债只在严重时期和舒缓时期是系统的主要波动溢出来源,而原油自2020年1月起就一直扮演净波动溢出净发出者的角色。在事件的严重时期和舒缓时期,股票和原油是系统的长期波动溢出来源和中短期波动溢出的净接收者,而国债在三个频域内都是波动溢出的净传递者。随着该事件的基本可控,股票和原油所扮演角色的周期性差异逐渐消失,而国债则成为了中短期波动溢出的净传递者和长期波动溢出的净接收者;4) 最后,在事件严重时期,国债、外汇和黄金市场是股票市场风险较好的避风港,同时,持有原油资产空头也可以较好地对冲股票市场风险。

结合上述结论,本研究提出以下政策建议:

- 1) 政策制定者应该加快制定灵活的监管策略,密切关注国内和国际政治经济形势变化,做好突发公共卫生事件下的风险预警工作,并根据各种资产对整个系统的收益和风险贡献程度进行差别化的风险管控措施,严格防止系统性风险的扩散;
- 2) 各类投资者应该时刻关注国内和国际突发政治经济和公共卫生事件的发生及其后续发展,并及时调整投资策略以便及时对冲风险,中国金融机构也需要持续历练抗风险能力,密切关注各类境外风险向境内传播的可能性及其渠道,从而为保障我国经济社会的持续健康发展提供有力的金融保障;
- 3) 始于2019年年末的重大公共卫生事件的全球蔓延对中国经济社会发展带来了前所未有的影响,为减小类似公共卫生突发事件所带来的负面影响,我国相关部门仍需进一步建立健全公共卫生体系和预警响应机制,全面提升防控和救治能力,切实为维护人民健康提供有力保障。

参考文献:

- [1] Li X, Wei Y. The dependence and risk spillover between crude oil market and China stock market: New evidence from a variational mode decomposition-based copula method[J]. *Energy Economics*, 2018, 74: 565-581.
- [2] 闻岳春,王婕,程天笑. 国内股市与国际股市、大宗商品市场的溢出效应研究[J]. *国际金融研究*, 2015, (8): 31-43.

- Wen Yuechun, Wang Jie, Cheng Tianxiao. Research on the spillover effect among China's stock market, international stock market and international commodity market [J]. *Studies of International Finance*, 2015, (8): 31–43. (in Chinese)
- [3] 夏南新. 国际金融市场波动非线性因果性和溢出效应 [J]. *管理科学学报*, 2016, 19(3): 64–76.
- Xia Nanxin. Nonlinear causality and spillover effect of volatility of international finance market [J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2016, 19(3): 64–76. (in Chinese)
- [4] 李婧, 吴远远, 赵启麟. 人民币在岸市场与香港离岸市场汇率溢出效应和联动机制研究 “8.11” 汇改前后的比较 [J]. *世界经济研究*, 2017, (9): 13–24+135.
- Li Jing, Wu Yuanyuan, Zhao Qilin. Spillover effect and dynamic correlation of Onshore and Offshore RMB exchange rate: A comparison of before and after “8.11” exchange rate reform [J]. *World Economy Studies*, 2017, (9): 13–24+135. (in Chinese)
- [5] Wen X, Wei Y, Huang D. Measuring contagion between energy market and stock market during financial crisis: A copula approach [J]. *Energy Economics*, 2012, 34(5): 1435–1446.
- [6] Wei Y, Qin S, Li X, et al. Oil price fluctuation, stock market and macroeconomic fundamentals: Evidence from China before and after the financial crisis [J]. *Finance Research Letters*, 2019, 30: 23–29.
- [7] Ji Q, Zhang D, Zhao Y. Searching for safe-haven assets during the COVID-19 pandemic [J]. *International Review of Financial Analysis*, 2020, 71: 101526.
- [8] Smith R D. Responding to global infectious disease outbreaks: Lessons from SARS on the role of risk perception, communication and management [J]. *Soc Sci Med*, 2006, 63(12): 3113–3123.
- [9] Ciner C, Gurdgiev C, Lucey B M. Hedges and safe havens: An examination of stocks, bonds, gold, oil and exchange rates [J]. *International Review of Financial Analysis*, 2013, 29: 202–211.
- [10] Wen X, Cheng H. Which is the safe haven for emerging stock markets, gold or the US dollar? [J]. *Emerging Markets Review*, 2018, 35: 69–90.
- [11] Maghyereh A I, Awartani B, Tziogkidis P. Volatility spillovers and cross-hedging between gold, oil and equities: Evidence from the Gulf Cooperation Council countries [J]. *Energy Economics*, 2017, 68: 440–453.
- [12] Liu W. Are gold and government bond safe-haven assets? An extremal quantile regression analysis [J]. *International Review of Finance*, 2018, 20(2): 451–483.
- [13] Hager S B. A global bond: Explaining the safe-haven status of US treasury securities [J]. *European Journal of International Relations*, 2017, 23(3): 557–580.
- [14] Grisse C, Nitschka T. On financial risk and the safe haven characteristics of Swiss franc exchange rates [J]. *Journal of Empirical Finance*, 2015, 32: 153–164.
- [15] Shahzad S J H, Bouri E, Roubaud D, et al. Is Bitcoin a better safe-haven investment than gold and commodities? [J]. *International Review of Financial Analysis*, 2019, 63: 322–330.
- [16] Balçilar M, Ozdemir Z A, Ozdemir H. Dynamic return and volatility spillovers among S&P 500, crude oil, and gold [J]. *International Journal of Finance & Economics*, 2021, 26(1): 153–170.
- [17] Elie B, Naji J, Dutta A, et al. Gold and crude oil as safe-haven assets for clean energy stock indices: Blended copulas approach [J]. *Energy*, 2019, 178: 544–553.
- [18] Li S, Lucey B M. Reassessing the role of precious metals as safe havens—What colour is your haven and why? [J]. *Journal of Commodity Markets*, 2017, 7: 1–14.
- [19] Zhang D, Hu M, Ji Q. Financial markets under the global pandemic of COVID-19 [J]. *Finance Research Letters*, 2020, 36: 101528.
- [20] Sharif A, Aloui C, Yarovaya L. COVID-19 pandemic, oil prices, stock market, geopolitical risk and policy uncertainty nexus in the US economy: Fresh evidence from the wavelet-based approach [J]. *International Review of Financial Analysis*, 2020, 70: 101496.
- [21] 方意, 于渤, 王炜. 新冠疫情影响下的中国金融市场风险度量与防控研究 [J]. *中央财经大学学报*, 2020, (8): 116–128.
- Fang Yi, Yu Bo, Wang Wei. China's financial market risk measurement and controlling under COVID-19 shock [J]. *Jour-*

- nal of Central University of Finance & Economics ,2020 ,(8) : 116 – 128. (in Chinese)
- [22]Bouri E , Cepni O , Gabauer D , et al. Return connectedness across asset classes around the COVID-19 outbreak [J]. *International Review of Financial Analysis* ,2021 ,73: 101646.
- [23]Li X , Li B , Wei G , et al. Return connectedness among commodity and financial assets during the COVID-19 pandemic: Evidence from China and the US [J]. *Resources Policy* ,2021 ,73: 102166.
- [24]Dua P , Tuteja D. Financial crises and dynamic linkages across international stock and currency markets [J]. *Economic Modelling* ,2016 ,59: 249 – 261.
- [25]El Ghini A , Saidi Y. Return and volatility spillovers in the Moroccan stock market during the financial crisis [J]. *Empirical Economics* ,2017 ,52(4) : 1481 – 1504.
- [26]Wei Y , Qin S , Li X , et al. Oil price fluctuation , stock market and macroeconomic fundamentals: Evidence from China before and after the financial crisis [J]. *Finance Research Letters* ,2019 ,30: 23 – 29.
- [27]吴振信 ,薛冰 ,王书平. 基于 VAR 模型的油价波动对我国经济影响分析 [J]. *中国管理科学* ,2011 ,19(1) : 21 – 28.
- Wu Zhenxin , Xue Bing , Wang Shuping. The impact of oil price volatility on China's economy based on VAR model [J]. *Chinese Journal of Management Science* ,2011 ,19(1) : 21 – 28. (in Chinese)
- [28]谭小芬 ,张辉 ,杨楠 ,等. 离岸与在岸人民币汇率: 联动机制和溢出效应——基于 VAR-GARCH-BEKK 模型的分析 [J]. *管理科学学报* ,2019 ,22(7) : 52 – 65.
- Tan Xiaofen , Zhang Hui , Yang Nan , et al. Transmission mechanism and spillover effects between RMB's onshore and offshore market: Empirical analysis based on VAR-GARCH-BEKK model [J]. *Journal of Management Sciences in China* ,2019 ,22(7) : 52 – 65. (in Chinese)
- [29]董纪昌 ,庞嘉琦 ,李秀婷 ,等. 机构投资者持股与股价崩盘风险的关系——基于市场变量的检验 [J]. *管理科学学报* ,2020 ,23(3) : 73 – 88.
- Dong Jichang , Pang Jiaqi , Li Xiuting , et al. Exploring the relationship between institutional investor holdings and stock price crash risk: A test based on market variables [J]. *Journal of Management Sciences in China* ,2020 ,23(3) : 73 – 88. (in Chinese)
- [30]Balcilar M , Ozdemir Z A. The causal nexus between oil prices and equity market in the U. S. : A regime switching model [J]. *Energy Economics* ,2013 ,39: 271 – 282.
- [31]Massa R , Rosellón J. Linear and nonlinear Granger causality between electricity production and economic performance in Mexico [J]. *Energy Policy* ,2020 ,142: 111476.
- [32]Balboa M , López-Espinosa G , Rubia A. Granger causality and systemic risk [J]. *Finance Research Letters* ,2015 ,15: 49 – 58.
- [33]顾荣宝 ,刘海飞 ,李心丹 ,等. 股票市场的羊群行为与波动: 关联及其演化——来自深圳股票市场的证据 [J]. *管理科学学报* ,2015 ,18(11) : 82 – 94.
- Gu Rongbao , Liu Haifei , Li Xindan , et al. Herding behavior and volatility of stock market: Correlation and dynamics – Evidence from the Shenzhen stock market [J]. *Journal of Management Sciences in China* ,2015 ,18(11) : 82 – 94. (in Chinese)
- [34]Apergis N , Gozgor G , Lau C K M , et al. Dependence structure in the Australian electricity markets: New evidence from regular vine copulae [J]. *Energy Economics* ,2020 ,90: 104834.
- [35]Boako G , Tiwari A K , Ibrahim M , et al. Analysing dynamic dependence between gold and stock returns: Evidence using stochastic and full-range tail dependence copula models [J]. *Finance Research Letters* ,2019 ,31.
- [36]于文华 ,魏宇 ,淳伟德. 欧债危机环境中资产组合 ES 模型比较研究 [J]. *中国管理科学* ,2014 ,22(5) : 8 – 15.
- Yu Wenhua , Wei Yu , Chun Weide. Comparatively study on portfolio ES models under European debt crisis [J]. *Chinese Journal of Management Science* ,2014 ,22(5) : 8 – 15. (in Chinese)
- [37]魏宇 ,赖晓东 ,余江. 沪深 300 股指期货日内避险模型及效率研究 [J]. *管理科学学报* ,2013 ,16(3) : 29 – 40.
- Wei Yu , Lai Xiaodong , Yu Jiang. Intra-day hedging models and hedging effectiveness of CSI300 index futures [J]. *Journal of Management Sciences in China* ,2013 ,16(3) : 29 – 40.
- [38]Ji Q , Liu B , Fan Y. Risk dependence of CoVaR and structural change between oil prices and exchange rates: A time-var-

- ying copula model[J]. *Energy Economics*, 2019, 77: 80–92.
- [39] Mensi W, Hammoudeh S, Shahzad S J H, et al. Modeling systemic risk and dependence structure between oil and stock markets using a variational mode decomposition-based copula method[J]. *Journal of Banking & Finance*, 2017, 75: 258–279.
- [40] 陈九生, 周孝华. 基于单因子 MSV-CoVaR 模型的金融市场风险溢出度量研究[J]. *中国管理科学*, 2017, 25(1): 21–26.
Chen Jiusheng, Zhou Xiaohua. Study on the risk spillover effect of China's financial market based on a factor-MSV-CoVaR model[J]. *Chinese Journal of Management Science*, 2017, 25(1): 21–26. (in Chinese)
- [41] 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)
- [42] 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.
- [43] 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.
- [44] 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.
- [45] Ji Q, Geng J, Tiwari A K. Information spillovers and connectedness networks in the oil and gas markets[J]. *Energy Economics*, 2018, 75: 71–84.
- [46] 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)
- [47] 钟婉玲, 李海奇, 杨胜刚. 国际油价、宏观经济变量与中国股市的尾部风险溢出效应研究[J/OL]. *中国管理科学*: 1–13 [2021–11–18]. <https://doi.org/10.16381/j.cnki.issn1003-207x.2020.0359>.
Zhong Wanling, Li Haiqi, Yang Shenggang. Tail risk spillover effects among crude oil price, macroeconomic variables and China's stock market[J/OL]. *Chinese Journal of Management Science*: 1–13 [2021–11–18]. <https://doi.org/10.16381/j.cnki.issn1003-207x.2020.0359>. (in Chinese)
- [48] 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)
- [49] Antonakakis N, Chatziantoniou I, Gabauer D. Refined measures of dynamic connectedness based on time-varying parameter vector autoregressions[J]. *Journal of Risk and Financial Management*, 2020, 13(4): 84.
- [50] Baruník J, Křehlík T. Measuring the frequency dynamics of financial connectedness and systemic risk[J]. *Journal of Financial Econometrics*, 2018, 16(2): 271–296.
- [51] Koop G, Korobilis D. A new index of financial conditions[J]. *European Economic Review*, 2014, 71: 101–116.
- [52] Naeem M A, Peng Z, Suleman M T, et al. Time and frequency connectedness among oil shocks, electricity and clean energy markets[J]. *Energy Economics*, 2020, 91: 104914.
- [53] Ferrer R, Shahzad S J H, López R, et al. Time and frequency dynamics of connectedness between renewable energy stocks and crude oil prices[J]. *Energy Economics*, 2018, 76: 1–20.
- [54] BenSaida A. Good and bad volatility spillovers: An asymmetric connectedness[J]. *Journal of Financial Markets*, 2019, 43: 78–95.
- [55] Kim K, Ryu D. Term structure of sentiment effect on investor trading behavior[J]. *Finance Research Letters*, 2021, 43: 102005.
- [56] 刘凤, 吴军传, 杨希特, 等. 基于混频数据模型的宏观经济对股票市场波动的长期动态影响研究[J]. *中国管理科学*, 2020, 28(10): 65–76.

- Liu Feng , Wu Junchuan , Yang Xite , et al. Long-run dynamic effect of macro-economy on stock market volatility based on mixed frequency data model [J]. Chinese Journal of Management Science , 2020 , 28(10) : 65 – 76. (in Chinese)
- [57] Kroner K F , Ng V K. Modeling asymmetric co-movements of asset returns [J]. The Review of Financial Studies , 1998 , 11 (4) : 817 – 844.

Spillover effects of risk and hedging assets in China under public health events: A perspective based on return and risk analysis

WEI Yu¹ , LI Xia-fei^{2*} , LIANG Chao²

1. School of Finance , Yunnan University of Finance and Economics , Kunming 650221 , China;
2. School of Economics and Management , Southwest Jiaotong University , Chengdu 610031 , China

Abstract: The major public health event that began at the end of 2019 has brought unprecedented shocks to China's real economy and various asset markets , and has triggered extensive discussions on the spillover effects among various assets in China. This paper , using time-varying parametric vector autoregressive (TVP-VAR) model based dynamic spillover index framework and its frequency-domain extensions , explores the time-domain and frequency-domain characteristics of return and volatility spillovers among a risky asset market (China's stock market) and four potential hedging assets (government bond , foreign exchange , gold and crude oil) under the impact of major public health event. The empirical results show that , firstly , both the total return and volatility spillover index of the asset system in China as well as their three frequency-domain components show an unprecedented increase under the impact of major public health event; Secondly , the short-term component of asset return spillovers is the largest , while the volatility spillovers are dominated by the long-term component; Thirdly , the main sources of return and volatility spillovers will change due to changes in domestic and international development trends of the major public health event , and the roles played by some assets will change significantly during the event. To be specific , in terms of return spillover , bond and crude oil are sources of net return spillover in addition to stock during the medium and late stages of the event , respectively. In addition , although gold is a net receiver of short-term return spillover , it is a net transmitter of medium-and long-term return spillover. In terms of volatility spillover , stock and bond are additional sources of volatility spillover in addition to crude oil during the severe and palliative periods of the event. At this time , although stock and crude oil are the sources of long-term volatility spillover , they are the net receiver of short-and medium-term volatility spillover. As the event becomes manageable , crude oil is still the net transmitter of volatility spillover , while bond becomes the net transmitter of short-and medium-term volatility spillover and the net receiver of long-term volatility spillover. Finally , Government bond , foreign currency and gold are better safe-havens in severe period of major public health event , while holding a short position in crude oil can also help to hedge against stock market risk.

Key words: major public health event; stock market; hedging assets; return spillover; volatility spillover