doi: 10.12012/CJoE2022-0125

气候冲击对中国大类资产收益的信息溢出 研究

张韵晗1,郭琨2,姬强1,赵万里3

(1. 中国科学院科技战略咨询研究院, 北京 100190; 2. 中国科学院大学经济与管理学院, 北京 100190; 3. 中国石油大学 (北京) 经济管理学院, 北京 102249)

摘 要 本文基于爬虫技术和文本挖掘技术,从政策层面、投资者关注层面和风险关注层面分别构造气候政策冲击指数、气候关注度冲击指数和气候风险冲击指数,量化分析三类不同的气候冲击源对中国股票、汇率、大宗商品三种大类资产收益的溢出效应.研究发现,不同类型的气候冲击均会对大类资产收益产生一定的溢出效应.静态情境下,气候关注度冲击对大类资产收益的溢出效应最大,其中黄金、钢铁与股指对气候冲击较敏感.动态情境下,系统总溢出指数易受气候相关大事件影响,存在明显的时变特征.不同气候冲击对不同大类资产的溢出同样存在较强的异质性,气候关注度冲击对大类资产的溢出效应最强,除小麦外的其他资产都在不同程度上受到气候冲击溢出影响.最后,近年来气候冲击对大类资产的溢出影响有增强趋势.本文的发现补充了我国气候金融领域的实证研究,为金融监管部门与投资者提供了决策参考.

关键词 气候冲击;资产收益;风险溢出;文本数据

Information Spillover Effect of Climate Shocks on Chinese Asset Returns

ZHANG Yunhan¹, GUO Kun², JI Qiang¹, ZHAO Wanli³

(1. Institutes of Science and Development, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China; 2. School of Economics and Management, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China; 3. School of Economics and Management, China University of Petroleum-Beijing, Beijing 102249, China)

收稿日期: 2022-12-14

基金项目: 国家自然科学基金 (72022020, 72348003)

Supported by National Natural Science Foundation of China (72022020, 72348003)

作者简介: 张韵晗, 中国科学院科技战略咨询研究院, 硕士研究生, 研究方向: 碳金融、气候与能源金融, E-mail: zhang_yunhan@foxmail.com; 郭琨, 中国科学院大学经济与管理学院, 副研究员, 博士, 研究方向: 金融市场与复杂性科学、能源金融、金融风险管理, E-mail: guokun@ucas.ac.cn; 姬强, 中国科学院科技战略咨询研究院, 研究员, 博士, 研究方向: 能源战略管理、能源与气候金融、能源预测与风险管理, E-mail: jqwxnjq@163.com; 通信作者: 赵万里, 中国石油大学 (北京) 经济管理学院, 讲师, 博士, 研究方向: 能源金融与风险管理, E-mail: zhaowanli007@foxmail.com.

Abstract Based on crawler technology and text mining technique, this paper constructs climate policy shock index, climate concern shock index and climate risk shock index at policy level, investor concern level and risk concern level, respectively, to quantitatively analyze the spillover effects of three different types of climate shocks on the returns of three major asset classes, namely, equities, exchange rate and commodities in China. It is found that different types of climate shocks have some spillover effects on the returns of the asset classes. In the static scenario, climate concern shocks have the largest spillover effects on asset class returns, with gold, steel and stock indexes being more sensitive to climate shocks. In the dynamic scenario, the total system spillover index is vulnerable to climate-related events and has significant time-varying characteristics. The spillover effects of different climate shocks on different asset classes are also highly heterogeneous, with the strongest spillover effects of climate concern shocks on asset classes, and all assets except wheat are affected by climate shocks to varying degrees. Finally, the spillover effects of climate shocks on asset classes have tended to increase in recent years. The findings of this paper complement the empirical research in the field of climate finance in China and provide a reference for financial regulators and investors to make decisions.

Keywords climate shocks; asset returns; risk spillover; textual data

1 引言

随着全球应对气候变化挑战行动的不断推进,碳中和已经成为国际共识.根据英国能源与气候智库 (ECIU) 发布的净零排放跟踪表,全球已有 139 个国家提出了净零排放承诺,这些国家 GDP 总和相当于全球的 91%. 我国也于 2020 年正式提出了"3060"双碳目标,开启了低碳新时代. 2021 年 12 月,生态环境部牵头、九部委联合印发了《关于开展气候投融资试点工作的通知》,正式启动气候投融资试点工作,引导和促进更多资金投向应对气候变化领域的投资和融资活动,气候金融已经成为中国深化金融开放的重要推动力量,也是新的投资方向,正在影响传统的金融资产定价理论.

根据世界经济论坛发布的《2022 年全球风险报告》,不论是 0~2 年的短期风险还是 5~10 年的长期风险中,极端天气、气候行动失败都是最主要的风险点.气候变化不仅对人类的生活产生负面影响,也会对全球经济增长和金融系统性稳定产生冲击.对此,全球的监管机构和银行业纷纷开展气候风险压力测试,逐步明确对气候风险的监管与评估. 2020 年英格兰银行发布的《气候金融风险论坛指南》、2021 巴塞尔委员会发布的《气候风险测量方法》、2021 年全球金融稳定理事会发布的《气候相关金融风险路线图》等,都开始将气候风险纳入金融风险管理体系.

中国作为气候变化的敏感区,近年来受气候风险的影响越来越大. 2022 年 8 月,中国气象局发布了《中国气候变化蓝皮书 (2022)》指出:中国高温、强降水等极端天气气候事件趋多、趋强,多项气候变化指标打破观测纪录,气候风险上升趋势显著. 根据 2022 年 IPCC 第二工作组发布的最新报告,中国将是受气候变化影响最大的国家之一,气候威胁覆盖农业、基础设施和人民生命安全等多个方面. 我国也陆续出台了与气候风险相应的金融条例与政策.中国人民银行在 2021 年发布《银行业金融机构绿色金融评价方案》和《金融机构环境信息披

露指南》,均涵盖气候风险管理,并提出了明确的气候相关披露指引,适用于银行、保险、资管、证券等金融机构. 2022 年 6 月,我国银保监会发布《银行业保险业绿色金融指引》,首次提出在融投资中考虑包含气候风险的 ESG 因素,并建立绿色金融考核评价体系. 由此可见,气候风险已经成为我国金融系统不可忽视的新的风险源,分析气候风险对我国金融资产收益的影响意义重大.

在政策监管背景下,气候风险冲击会对投资者的预期与偏好有较大影响.与信用风险、流动性风险等传统金融风险不同,气候风险具有高度不确定性、更长的时间跨度和长期影响、全局性和系统性等特征 (刘瑞霞 (2022)),其对宏观经济与金融稳定影响重大.现有研究表明,气候风险会对股票市场、商品市场产生显著影响 (Flori et al. (2021), Ramelli et al. (2021)),并且气候冲击对于不同大类资产的影响存在异质性 (Giglio, Kelly and Stroebel et al. (2021)).

然而,关于气候冲击对中国大类资产收益的影响研究还缺少充足的实证证据支撑,这也是本文的立意和主要出发点.因此,本文基于大数据和爬虫方法,基于海量新闻文本数据构建了三类气候冲击指数,并应用基于广义方差分解的溢出网络分析方法 (Diebold and Yilmaz (2009, 2012, 2014, 2015)) 建立中国气候风险溢出网络模型.一方面通过文本分析从不同维度刻画了中国的气候冲击,另一方面通过溢出网络模型实现了高维数据的动态建模,可以更好地进行金融系统性风险分析,刻画跨市场的信息溢出等.本文尝试回答三个重要问题:1)气候冲击是否会对中国大类资产收益产生溢出效应?2)气候政策冲击和气候风险冲击对中国大类资产收益的影响是否一致?3)气候冲击对中国大类资产收益影响的动态演化如何?本文的创新点主要体现在三个方面:首先,本文基于爬虫技术和文本挖掘技术,从政策层面、投资者关注层面和风险关注层面分别构造气候政策冲击指数、气候关注度冲击指数和气候风险冲击指数,量化分析三类不同的气候冲击源对中国股票、汇率、大宗商品三种大类资产收益的溢出效应.其次,在全样本静态情境下,识别不同气候冲击与不同大类资产之间信息溢出的异质性.最后,本文利用滚动窗口方法有效测度了大类资产收益对气候冲击的风险溢出的动态演化特征,特别是对一些气候风险突变点时期的溢出特征进行有效的识别和研判.

本文的主要结构如下: 第 2 节主要是气候变化影响金融资产的文献综述, 第 3 节是气候风险溢出模型构建, 第 4 节是数据和指标构建的说明, 第 5 节是实证结果与分析, 最后是结论.

2 文献综述

在金融风险研究中,气候冲击带来的风险逐渐成为近年来的研究热点. Bolton et al. (2020) 将气候带来的风险称之为"绿天鹅",指出气候变化有可能引发下一次系统性金融危机,强调各国央行与监管机构的重要作用. 在低碳转型的目标下,传统能源行业亏损压力增大,风险外溢至金融机构,引发金融部门的系统性风险 (Jaffe (2020), Stroebel and Wurgler (2021)). 若支持新能源行业发展的政策准备不足或实施不及时,也将导致金融部门的系统性风险骤然升高 (Battiston and Martinez-Jaramillo (2018)). 中国经济发展存在高碳排放的基本特征,低碳转型过程中将产生大量化石能源资产搁浅,导致碳密集型金融资产贬值,引发的金融风险或传导至整个金融系统 (张帅等 (2022)). 在气候风险背景下,研究集中在金融稳定

性分析, 缺乏针对资产收益的研究.

气候冲击对不同资产收益的影响有异质性特征. 相关研究表明, 自签订《巴黎协定》以来, 银行贷款中开始对公司的直接碳排放定价 (Ehlers et al. (2022)). 虽然气候风险会影响公司投资与并购等金融活动 (Bose et al. (2021), Phan et al. (2022)), 但对于股票价格是否能反映气候风险尚有争论 (Bolton and Kacperczyk (2021), Reboredo and Ugolini (2022)). Giglio, Maggiori and Rao et al. (2021) 用气候灾害出现的概率表示气候风险,建立了一般均衡模型以研究气候变化风险、房地产贴现率期限结构和消费之间的联系,研究表明气候对冲投资的贴现率期限结构是向上倾斜的. Do et al. (2020) 的研究表明,当地天气冲击的外部性与私人债务市场相关,银行向受干旱影响的借款人收取了更高的贷款息差. 相比于易受到气候变化风险影响的国家而言,对气候变化有更强复原力的国家的债券收益率和利差更低(Cevik and Jalles (2022)). 在气候政策约束下,油气行业未来全球搁浅资产将超过 1 万亿美元 (Semieniuk et al. (2022)).

目前相关研究主要集中在发达国家,关于中国的气候风险研究几乎是空白.此外,在数据来源方面,绝大多数研究仅采用气候观测数据构建气候冲击指数,缺乏大数据文本信息的支持. Bartram et al. (2022) 通过 DID 框架,使用美国企业内部资源配置的数据研究加州碳限额与交易计划的影响,剖析气候政策带来的财政限制和溢出效应. 刘波等 (2021) 使用标准化后的年均气温作为气候变化程度指标,评估农村金融机构的信用风险. 马骏和孙天印 (2020)结合巨灾风险模型和金融风险模型,对气候物理风险开展研究,分析了未来台风频率和强度加剧后对我国沿海地区房贷违约率的影响. 高睿等 (2022) 使用国家对洪水、干旱等极端气候时间的暴露程度与脆弱性作为气候风险指数,从部门视角出发,分析气候变化对宏观金融风险的作用机理. 于孝建等 (2022) 研究气候变化对农业贷款不良率的影响,使用水旱灾害数据构建气候风险因子,对多个农商行进行压力测试. 姬强等 (2022) 使用爬虫技术对气候关键词进行网络搜索量提取,从气候情绪视角量化分析气候风险感知对股票市场的影响. 这些研究大多单独考虑物理或转型风险,或从单个灾害出发. 而实际上,物理风险和转型风险相互影响,在现实中难以区分 (陈国进等 (2021)).

在研究方法方面,为准确刻画投资者对气候冲击的关注度,谷歌搜索量和文本分析法是常见的量化气候相关金融风险的方法. Choi et al. (2020) 发现地区"气候变化"关键词的谷歌搜索量会随着异常高温天气的出现而上升,同时该地区碳密集型企业的股票收益率将低于其他企业,个人投资者也将在高温天气出售碳密集型股票. Engle et al. (2020) 基于《华尔街日报》等媒体的文本信息,采用模拟投资组合方法建立气候新闻的对冲组合,研究发现当气候相关负面新闻频发时,气候风险暴露程度越低的企业股票收益率越高. 以上研究均表明投资者对气候变化关注程度能够反应在股票市场中.

综上所述,已有研究主要集中在气候物理风险对金融稳定性的影响,很少从不同的视角分析不同冲击源对资本市场的影响,特别是关于中国的实证研究较少.因此,本文从政策文本和网络数据两个层面出发,利用大数据相关技术测度了气候政策、网络关注度、风险感知三个不同信息源对中国多个大类资产的冲击效应,从理论和实践双重视角为气候金融研究提供新的中国实证证据.

3 模型

Diebold 和 Yilmaz (Diebold and Yilmaz (2009, 2012, 2014, 2015)) 基于 VAR 模型的 广义预测误差方差分解方法 (generalized forecast error variance decomposition, GFEVD) (Koop et al. (1998), Pesaran and Shin (1998, 1996), Lanne and Nyberg (2016)) 定义了一种 赋权有向网络 (weighted directed network), 这种方法可以很好地对多变量间的信息溢出建模.

3.1 广义方差分解

VAR 模型在时间序列建模方面是常用的工具, 其假设所有的变量序列都是内生性的, 相互的影响通过滞后变量来传递, 且不需要对变量间的关系作事先的假定.

考虑一个 m 维 (m 个节点) 的 p 阶 VAR 模型如下:

$$x_t = \alpha + \sum_{i=1}^p \phi_i x_{t-i} + \varepsilon_t, \tag{1}$$

(1) 式中, $x_t = (x_{1t}, x_{2t}, \dots, x_{mt})^{\mathrm{T}}$ 是一个 m 维协方差平稳的随机向量, α 是常截距的向量, $\{\phi_i, i=1,2,\dots,p\}$ 是 p 个 m*m 的系数矩阵, 可以由样本数据估计得到, $\varepsilon_t = (\varepsilon_{1t}, \varepsilon_{2t}, \dots, \varepsilon_{mt})^{\mathrm{T}}$ 是一个 m*1 的列随机干扰向量.

假设误差项 ε_t 是服从零均值的独立同分布随机干扰项, 其方差协方差矩阵为 Σ . 如果 VAR 模型是平稳的, 则存在等价的无限阶移动平均 (MA(∞)) 的表达形式如下:

$$x_t = \varepsilon_t + A_1 \varepsilon_{t-1} + A_2 \varepsilon_{t-2} + A_3 \varepsilon_{t-3} + \cdots$$
 (2)

(2) 式中, A_i 是 MA 模型的参数矩阵, 可以迭代估计.

根据 Koop et al. (1996) 对广义脉冲的定义:

$$GI_x(n, \delta, \Omega_{t-1}) = E(x_{t+n}|\varepsilon_t = \delta, \Omega_{t-1}) - E(x_{t+n}|\Omega_{t-1}), \tag{3}$$

得

$$GI_r(n, \delta, \Omega_{t-1}) = A_n \delta. \tag{4}$$

传统方差分解的计算通常是使用正交 VAR 脉冲反应方程 (impulse response function), 即利用 Cholesky 方法进行的正交性分解, 但此种方法计算的方差分解不稳定, 且依赖于数据的顺序. 由 Koop et al. (1996), Pesaran and Shin(1998) 提出的广义方差分解 (generalized variance decomposition, GFVD) 可以提供不依赖变量顺序的方差分解结果. 在 GFVD 框架中, ε_t 被假设是服从 m 维联合正太分布. 把冲击 δ 设定为某个分量有冲击, 其余根据联合分布, 求其余冲击的条件期望. 即如果将第 j 个分量在 t 时刻的冲击设定为 $\varepsilon_{jt} = \delta_j$, 则整个随机扰动项的条件期望可以由下式计算:

$$E\left(\varepsilon_{t}|\varepsilon_{jt}=\delta_{j}\right)=\Sigma e_{j}\sigma_{jj}^{-1}\delta_{j},\tag{5}$$

(5) 式中, σ_{jj}^{-1} 是 ε_t 中第 j 个分量的方差的倒数, δ_j 是人为设定 ε_t 中第 j 个分量的冲击的大小. 标准化冲击大小, 令 $\delta_j = \sqrt{\sigma_{jj}}$ 则标准化的广义脉冲响应方程为:

$$\psi_j^g(n) = \sigma_{jj}^{-\frac{1}{2}} A_n \Sigma e_j, \quad n = 0, 1, 2, \cdots.$$
 (6)

这种冲击对第i个序列的方差贡献等于脉冲的平方, 然后n期相加:

$$\sigma_{jj}^{-1} \sum_{l=0}^{n} (e_i^{\mathrm{T}} A_l \Sigma e_j)^2.$$
 (7)

 x_{it} 的总方差中, 由 ε_t 的第 j 个随机干扰项带来的影响占比:

$$\theta_{ij}^{g}(n) = \frac{\sigma_{jj}^{-1} \sum_{l=0}^{n} (e_i^{\mathrm{T}} A_l \Sigma e_j)^2}{\sum_{l=0}^{n} (e_i^{\mathrm{T}} A_l \Sigma A_l^{\mathrm{T}} e_i)}, \quad i, j = 1, 2, \dots, m.$$
 (8)

(8) 式中, 上述变量代表变量 i 的预测方差分解中, 有多少可以由变量 j 来解释.

由于冲击在 GFVD 模型中并不一定总是两两正交, 所以预测误差方差的和并不一定总是等于总的方差, 于是需要按照如下方程调整大小:

$$d_{ij}^{g}(n) = \frac{\theta_{ij}^{g}(n)}{\sum_{j=1}^{m} \theta_{ij}^{g}(n)}, \quad i, j = 1, 2, \dots, m.$$
(9)

3.2 溢出网络

上述广义方差分解的结果按顺序排列成矩阵就可以得到关联矩阵 (connectedness matrix) 并进行复杂网络方法的分析. (9) 式中, d_{ij}^g 就是关联矩阵中的元素, 然后参考复杂网络分析中 "度 (degree)" 的概念, 可以定义节点的风险输入度 (from-degrees) 和输出度 (to-degrees) 指标和系统总溢出度 (spillover index).

对每一个变量 (节点) i 的 from degree (入度) 定义为:

$$CF_i = \sum_{j=1, i \neq j}^{N} d_{ij}^g. \tag{10}$$

代表变量i在这个系统中受到其他变量的影响程度.

对每一个变量 (节点) j 的 to degree (出度) 定义为:

$$CT_j = \sum_{i=1, i \neq j}^{N} d_{ij}^g. \tag{11}$$

代表变量j在这个系统中影响其他变量的程度.

系统总溢出指数定义为:

$$\text{CTotal} = \frac{1}{N} \sum_{i,j=1, i \neq j}^{N} d_{ij}^g. \tag{12}$$

代表这个系统中各个变量之间相互影响、信息溢出的程度.

系统总的关联度可视为所研究系统的系统性风险的指标. 有时候更关心两两之间有向的 净关系 (pairwise directional connectedness), 于是根据关联矩阵, 可以定义新的净有向关联矩阵:

$$pd_{ij} = \begin{cases} d_{ij}^g - d_{ji}^g, \ d_{ij}^g - d_{ji}^g > 0, \\ 0, \qquad d_{ij}^g - d_{ji}^g \le 0. \end{cases}$$
 (13)

并可以根据净有向关联矩阵做出有向网络, 进一步可视化呈现结果.

4 数据说明

气候变化带来的金融风险种类繁杂、复杂多变,难以从单一维度度量.在包括政策文本、新闻文本与网络文本的非结构化数据资源中,拥有海量信息的优势(汪寿阳等(2019)),蕴藏着公众的情感、情绪与价值判断(洪永淼和汪寿阳(2021)).为准确刻画气候冲击,本文使用新闻文本和百度搜索指数分别构造气候政策冲击指数、气候关注度冲击指数与气候风险冲击指数,从不同侧面反应气候变化带来的冲击.

采用 Baker et al. (2016) 构建经济政策不确定性指数的方法构建气候政策冲击指数.本文选取国内最具权威性与影响力的纸媒与电媒作为数据来源,包括中央"三报一刊"中的《人民日报》《光明日报》《经济日报》与以新闻电讯为主的《新华每日电讯》,从慧科新闻数据库获得了 2010 年 1 月 1 日至 2021 年 12 月 31 日期间的 1197353 篇新闻文本数据.首先,将气候政策分为"气候"与"政策"两部分,分别构建术语集.本文将"气候"术语集分为气候变化、温室气体排放和能源三个子维度,将"政策"术语集分为政策术语、政府机构和国家领导人三个子维度,对同时包含"气候变化"和"政策"的新闻进行了词频统计,从高频词汇中人工筛选与以上六个子维度相关的术语,补充两个术语集.具体术语集如表 1 所示.其次,搜索同时包含两类术语的新闻,如果匹配的新闻至少包含每一类术语集中的一个术语,则判定为气候政策新闻,最终匹配了 71996 篇与气候政策有关的新闻.最后,为了控制报纸发文量变化的影响,将气候政策新闻数量除以总发文量,得到气候政策新闻的频率时间序列,作为气候政策冲击指数.

气候关注度冲击指数与气候风险冲击指数均使用气候关键词的百度搜索指数为衡量. 百度搜索指数以用户在百度中对关键词的搜索频次加权计算得到, 能够反映公众对某一话题的关注程度, 故气候关注度冲击指数以"气候变化"为关键词. 气候风险冲击指数的关键词具体

| 表 1 | 气候政策冲击指数天键问 |
|-----|-------------|
| | |

| 气候政策 | 关键词 | | | | | | | |
|------|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 气候 | 气候问题、气候变化、气候风险、全球变暖、温室气体、二氧化碳、碳排放、碳汇、可再生 | | | | | | | |
| | 能源、清洁能源、新能源、低碳、节能、减排、碳达峰、碳中和、双碳、能源转型 | | | | | | | |
| 政策 | 政策、制度、体制、机制、战略、改革、措施、规章、规划、条例、方案、办法、法规、法律、 | | | | | | | |
| | 监管、试点、政府、国务院、人大、人民代表大会、中央、人民银行、央行、国家发展和改革 | | | | | | | |
| | 委员会、国家发展改革委、发改委、生态环境部、环境保护部、国家能源局、国家主席、总 | | | | | | | |
| | 书记、国家领导人、总理 | | | | | | | |

参考 Fernandez-Perez et al. (2020) 中列出的 113 个关键词, 进行翻译以及剔除重复、有歧义 (如词汇 "暴雪" 在国内的搜索中多以一家游戏公司的名字出现) 等词语, 再加入百度指数的搜索推荐等词语后, 共计 87 个词汇, 具体见表 2. 以给出的关键词为搜索单位, 对每个关键词的百度搜索指数进行统计, 使用 Python 获取 2011 年 1 月 1 日至 2022 年 7 月 27 日的日度数据, 共计 393018 条.

将以上日度数据取平均值后得到周度数据,一阶差分后对数据进行缩尾处理.

图 1 是三种气候冲击的变化趋势. 由于气候风险冲击指数显著高于另外两者,为了更清晰地观察三者的变化趋势,使用主次双坐标轴,气候风险冲击指数使用次坐标轴观测. 2020年 9 月,我国在第 75 届联合国大会上提出 2030年前实现"碳达峰",2060年前实现"碳中和"后,气候政策冲击指数出现明显的上升趋势. 气候关注度冲击指数受气候大会召开的影响,几乎在每年联合国气候变化大会开幕后都会出现高峰,在 2015年底《巴黎协定》通过后水平整体提升. 近年来,极端气候事件增多,出现频率更加密集,气候风险冲击指数波动幅度更

表 2 气候风险冲击指数关键词

| 风险 | 关键词 |
|----|-------------------------|
| 低温 | 寒潮、寒潮预警、极度寒冷、春寒、霜、霜降、严寒 |
| | |

高温 高温、高温补贴、高温橙色预警、高温红色预警、高温天气、高温预警、极热、酷暑、热浪、森林 大火、森林火灾、野火

雨涝 雨天、大雨、倾盆大雨、特大暴雨、大暴雨、暴雨、暴风雨、暴雨预警、暴雨预警信号、暴雨预警 颜色等级、洪涝、洪涝灾害、洪水、洪水灾害、防洪防汛应急预案、水灾、潮湿、潮湿天气

旱灾 干旱、旱情、旱灾

政策 巴黎协定、碳达峰、碳中和

事件 厄尔尼诺、厄尔尼诺现象、热带风暴、热带气旋、台风、台风路径、台风路径实时发布系统、台 风论坛、台风实时路径、台风最新消息、气候异常、气旋、灾变、自然灾害

风雪 雹、暴风、暴风雪、暴雪、冰雹、冰冻、大风、大雪、劲风、飓风、狂风、狂风暴雨、龙卷风、雪 暴、雪灾、旋风、风暴、风速、强风、阵风

其他 极端天气、气候变化、气候变暖、气候风险、全球变暖的危害、全球变暖的原因、全球气候变化、 全球气候变暖、全球气候变暖的危害、天气预报

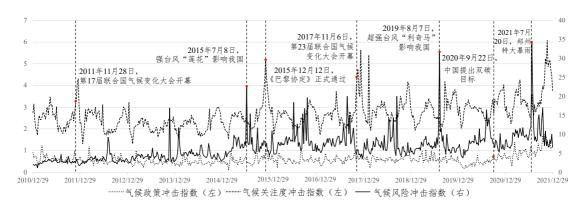


图 1 气候冲击指数变化趋势

大. 台风、暴雨、洪涝等灾害往往集中发生在夏季, 且影响范围大, 对其搜索量的提升使指数 几乎在每年夏季都会出现高峰,如"7·20 郑州特大暴雨"发生后,气候风险冲击指数在 2021 年7月21日出现最高值.

气候变化对经济发展与政治主权的影响不容忽视 (Cevik and Jalles (2022)), 影响本国 的竞争力和国际收支,从而导致国家汇率的浮动.此外,已有大量研究表明,气候冲击会通过 大众情绪、资产贬值等多种方式影响股票市场 (Jha et al. (2021)) 和期货市场 (Fernandez-Perez et al. (2020)). 故在大类资产方面, 分别选择美元兑人民币汇率、上证 A 股指数、我国 黄金期货、我国小麦期货、环渤海动力煤价格指数、我国螺纹钢期货作为国内大类资产的代 表, 数据均来自 Wind 金融数据库. 本文样本区间为 2011 年 1 月 5 日至 2021 年 12 月 29 日 的周度数据, 共 564 个观测值, 通过对周度平均价格进行对数差分得到各资产的周度收益率.

为更清楚的呈现数据的信息,整理全部数据的来源与数量,具体见表 3.

表 4 给出了三个气候冲击指数与大类资产收益的基本统计量信息. 从均值来看, 大类资 产的收益率均接近 0. 从标准差来看, 气候风险冲击指数波动最为剧烈, 气候关注度冲击指数 次之, 国内大类资产波动均较小, 这初步说明了研究气候冲击对中国大类资产收益信息溢出 的必要性. 不难看出, 所有指数与收益率均呈现尖峰厚尾的特征. 根据 JB 检验量, 所有变量 均不服从正态分布. 根据 ADF 检验的结果, 所有变量都为 1% 显著水平下的平稳序列.

| 表 3 数据来源与数量 | | | | | | | | |
|-------------|------------|--------------|----------------------------|--|--|--|--|--|
| 类别 | 指数名称 | 来源 | 说明 | | | | | |
| | 气候政策冲击指数 | 国内权威纸媒与电媒 | 同时包含"气候"和"政策"的新闻 71996 篇 | | | | | |
| 气候冲击 | 气候关注度冲击指数 | 百度搜索指数 | "气候变化"的日搜索量, 共 4225 条 | | | | | |
| | 气候风险冲击指数 | 百度搜索指数 | 87 个气候关键词的日搜索量, 共 393018 条 | | | | | |
| 外汇 | 美元兑人民币汇率 | | | | | | | |
| 股票 | 上证 A 股指数 | | | | | | | |
| | 我国黄金期货 | Wind 金融数据库 | 周度数据, 共 564 个观测值 | | | | | |
| 期货 | 我国小麦期货 | Willd 亚南欧双加卢 | | | | | | |
| | 环渤海动力煤价格指数 | | | | | | | |
| | 我国螺纹钢期货 | | | | | | | |

| 表 4 | 基本统计量信息 |
|-----|---------|
| | |

| | 均值 | 标准差 | 偏度 | 峰度 | JB 检验 | ADF 检验 |
|---------|---------|--------|---------|---------|--------------|-------------|
| 气候政策冲击 | 0.0043 | 0.1690 | 0.3840 | 3.8800 | 32.1000*** | -23.9000*** |
| 气候关注度冲击 | 0.0004 | 0.3360 | -0.1630 | 5.1800 | 114.0000*** | -20.1000*** |
| 气候风险冲击 | 0.0241 | 2.6100 | 0.4190 | 11.4000 | 1680.0000*** | -24.0000*** |
| 股指 | 0.0005 | 0.0250 | -1.2000 | 11.2000 | 1730.0000*** | -15.4000*** |
| 汇率 | -0.0001 | 0.0036 | 1.3600 | 12.6000 | 2330.0000*** | -13.6000*** |
| 黄金 | 0.0004 | 0.0174 | -0.9810 | 9.5100 | 1090.0000*** | -15.1000*** |
| 小麦 | 0.0001 | 0.0165 | -0.0042 | 14.4000 | 3060.0000*** | -17.8000*** |
| 煤 | -0.0001 | 0.0108 | 0.6950 | 10.9000 | 1500.0000*** | -9.0100*** |
| 钢铁 | -0.0002 | 0.0288 | -0.4110 | 4.9800 | 108.0000*** | -15.0000*** |

注: *** 表示 1% 的显著性水平.

5 实证结果与分析

5.1 气候冲击风险静态溢出分析

采用 Diebold 和 Yilmaz 的溢出网络分析方法得到气候冲击的溢出情况. 依据 AIC 准则, 确定 VAR 模型的滞后阶数为 1, 预测期选择 H=100 周, 调整预测期 =50 周和 150 周, 结果依旧稳健, 因此下文中展示的为预测期 H=100 的情况.

表 5 为全样本的静态溢出结果.整体来看,气候冲击的内部溢出和大类资产的内部溢出都较强.气候风险冲击指数对自身预测方差的贡献最大,为 97.160%,说明气候风险冲击主要受自身影响.气候关注度冲击指数除自身外,对气候政策冲击指数的溢出效应较大,为 6.055%;同时气候政策冲击指数对气候关注度冲击指数的溢出作用也较大,为 6.560%,说明气候政策冲击与气候关注度冲击两者相互影响的程度较大.在六种大类资产中,钢铁与股指之间的溢出指数较大,汇率与股指次之.煤对钢铁的溢出指数很小,而钢铁对煤的方向性溢出指数较高,为 2.360%,说明煤收益率易受钢铁收益率影响.

图 2 是变量间溢出网络图,将 9 个气候冲击指数与大类资产收益率作为风险溢出网络的节点,使用两两之间的相互溢出效应作为节点间的有向边,以溢出度作为有向边的权重,越粗则代表两节点之间溢出效应越大.从中可以看出气候冲击与大类资产之间的溢出关系:气候关注度冲击指数对四种大类资产收益率有溢出影响,其中,对黄金的溢出效应最强;气候风险冲击和气候政策冲击分别对不同的三种大类资产有溢出.

为更清楚地研究气候冲击对大类资产的溢出程度,制作累积柱状图如图 3 所示.

从整体情况来看,三种气候冲击的溢出水平不同,气候关注度冲击指数对大类资产有最强的影响力,对大类资产的溢出指数达到 3.026%,气候风险冲击次之,气候政策冲击对大类资产的溢出程度最小.

从具体类别来看,能够发现三种气候冲击都对钢铁有较大溢出效应,分别为 0.656%、0.764% 和 0.580%,这是因为钢铁属于高耗能行业,气候监管带来的转型压力可能让其面临重大损失;同时,夏季是钢铁行业的旺季,但逐年频发的高温、台风、暴雨等气候物理风险让钢铁行业面临不小的生产压力.气候关注度冲击和气候政策冲击对黄金的溢出指数较大,分别为 1.190% 和 0.336%,气候变化对资产收益有长期影响,由于黄金具有较强的避险属性,投

| | 气候政策 | 气候关注度 | 气候风险 | 股指 | 汇率 | 黄金 | 小麦 | 煤 | 钢铁 | 接受溢出 |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| 气候政策 | 92.489 | 6.055 | 0.029 | 0.724 | 0.071 | 0.258 | 0.031 | 0.241 | 0.103 | 7.511 |
| 气候关注度 | 6.560 | 90.009 | 2.097 | 0.157 | 0.012 | 0.151 | 0.523 | 0.136 | 0.356 | 9.991 |
| 气候风险 | 0.412 | 1.369 | 97.160 | 0.274 | 0.000 | 0.098 | 0.032 | 0.544 | 0.111 | 2.840 |
| 股指 | 0.303 | 0.366 | 0.059 | 90.647 | 2.271 | 0.092 | 0.677 | 0.445 | 5.140 | 9.353 |
| 汇率 | 0.045 | 0.018 | 0.490 | 2.533 | 95.203 | 0.089 | 0.204 | 0.696 | 0.723 | 4.797 |
| 黄金 | 0.336 | 1.190 | 0.142 | 0.129 | 1.113 | 96.338 | 0.101 | 0.266 | 0.384 | 3.662 |
| 小麦 | 0.119 | 0.554 | 0.134 | 0.909 | 0.401 | 0.190 | 96.824 | 0.112 | 0.758 | 3.176 |
| 煤 | 0.162 | 0.134 | 0.413 | 0.415 | 0.313 | 0.131 | 0.252 | 95.821 | 2.360 | 4.179 |
| 钢铁 | 0.656 | 0.764 | 0.580 | 5.454 | 0.699 | 0.227 | 0.047 | 0.642 | 90.929 | 9.071 |
| 对外溢出 | 8.592 | 10.451 | 3.945 | 10.594 | 4.881 | 1.234 | 1.866 | 3.081 | 9.936 | 6.065 |
| 净溢出 | 1.081 | 0.459 | 1.105 | 1.242 | 0.084 | -2.428 | -1.310 | -1.098 | 0.865 | 6.065 |

表 5 全样本风险溢出矩阵

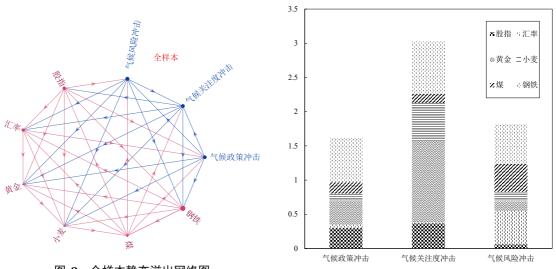


图 2 全样本静态溢出网络图

图 3 气候冲击溢出累积柱状图

资者倾向于长期持有黄金,将其作为重要的资产组合对冲气候相关风险.另外,气候政策冲击 和气候关注度冲击对股指的溢出指数大,分别为 0.303% 和 0.366%, 这表明 A 股市场对气候 政策性文件与新闻较为敏感, 也易受气候变化感知的情绪影响. 此外, 气候关注度冲击对小麦 溢出大,为 0.554%, 究其原因,气候变化会影响小麦产量,进而影响其收益率. 最后,气候风 险冲击对煤也有一定的溢出效应,主要原因是煤的生产与使用容易受极端天气的影响.

5.2 气候冲击风险动态溢出分析

为了更好地考察气候冲击信息溢出的时变性, 在静态分析的基础上, 利用滚动窗口法得 到动态溢出效应. 因此, 本文采用 100 周 (近 2 年) 的样本周期向前滚动.

进一步,使用滚动窗口计算的相关系数,制作热力图,如图 4 所示. 从气候冲击来看,气 候政策冲击及气候关注度冲击与大类资产的相关系数明显高于气候风险. 从时间上来看,气 候政策冲击在 2019 年至 2020 年对所有资产的相关性都有增强,全部呈现正相关: 2021 年第 四季度, 气候风险冲击与除汇率外的资产都出现正相关关系.

图 5 展示了气候冲击下大类资产收益率总溢出指数的动态变化情况, 在样本期间内, 总 溢出指数在 11.86% 至 25.86% 之间变化、溢出效应显著. 同时, 总溢出指数具有明显的时变 特征, 在多个特定时点取到极值, 受气候事件与经济不确定性影响大. 2015 年 6 月至 8 月, 受中国股灾影响,溢出指数出现第一个高峰. 2016年4月,《巴黎协定》正式签署,标志着各 国对应对气候变化的合作上升至新台阶,对气候冲击影响的关注度保持高位. 2017 年起,随 着《关于构建绿色金融体系的指导意见》《全国碳排放权交易市场建设方案(发电行业)》等 绿色金融政策不断出台, 气候对金融市场的影响不断上升, 总溢出指数随着提升, 2019 年 12 月,冬季供暖需求导致煤炭价格上升,大类资产间的溢出指数出现异常高峰. 2020 年初,受疫 情波及, 金融市场整体较为低迷, 大类资产在 4 月至 6 月出现了较低的平台期. 但随着国内

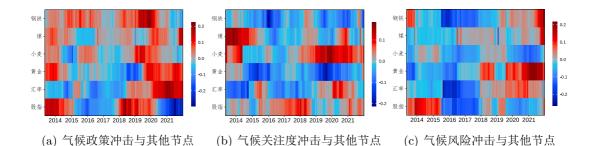


图 4 滚动窗口相关系数热力图

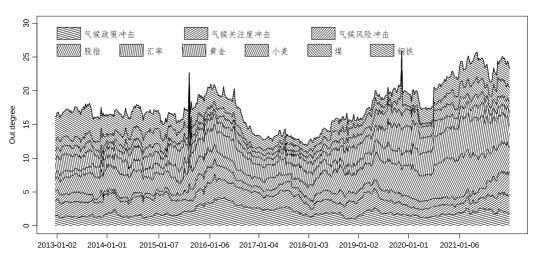


图 5 动态总体风险溢出指数

疫情控制较好, 加之 2020 年 9 月中国宣布"双碳"目标与具体时间点后, 气候投融资成为热点话题, 总溢出指数持续上升. 由此可见, 气候冲击对大类资产收益的动态总体溢出水平与气候相关大事件密切相关.

进一步, 三种气候冲击对六种大类资产的溢出影响变化如图 6 所示. 气候政策冲击溢出范围为 0.34%~1.77%; 气候关注度冲击溢出范围最大, 为 0.23%~2.70%; 气候风险冲击溢出范围为 0.36%~2.28%. 三种气候冲击溢出变化趋势相似, 其三者均会在特定事件前后出现高峰. 随着时间的推移, 气候风险冲击溢出有明显增强, 气候关注度冲击溢出略有减弱, 气候政策冲击变化不大.

具体来看,分析气候冲击对不同大类资产收益的动态溢出度,如图 7 所示.第一,股指受到气候政策冲击的溢出较强,受 2016 年签署的《巴黎协定》和 2021 年中共中央、国务院发布的《关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》影响,分别出现两个高峰.此外,2018 年 9 月超强台风"山竹"影响我国,2018 年 10 月 IPCC 发布《IPCC 全球升温 1.5°C 特别报告》,故气候风险冲击和气候关注度冲击均在 2018 年出现高峰.第二,汇率在 2015 年年中受到气候风险的溢出陡增,这可能是 2015 年 811 汇改之后,人民币双向波动

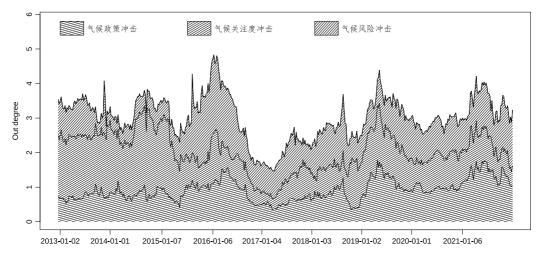


图 6 气候冲击动态溢出指数

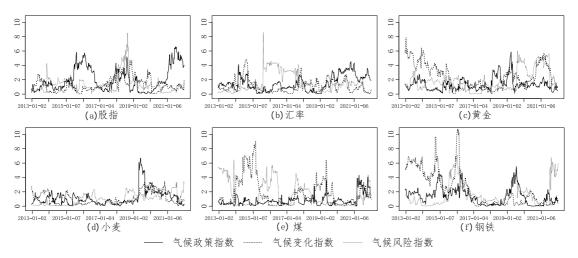


图 7 气候冲击对不同大类资产收益动态溢出度

更加剧烈, 开始受到外部各类冲击的影响加大, 气候风险对其溢出效应也有显著提高. 第三, 三种气候冲击对黄金的溢出趋势相似, 且近年来溢出效应的峰值频繁出现. 第四, 相比其他大类资产, 小麦受气候冲击的溢出影响小, 这与传统认为小麦受气候影响大不同. 第五, 对煤来说, 气候政策冲击始终对其溢出较小,

仅在 2021 年有小幅上升, 而气候关注度溢出高峰与气候风险冲击溢出高峰错峰出现. 第六, 与煤类似, 钢铁具有高耗能、高排放的属性, 其接受气候溢出的波动幅度最大 2021 年后, 气候风险冲击溢出始终保持高位且有上升的趋势.

为刻画气候冲击的风险溢出网络及动态演变过程,构造图 8,左图为气候冲击最大动态溢出,右图为气候冲击最大动态净溢出.气候冲击的动态风险溢出强度最高为 2016 年 1 月 13 日,时间点是《巴黎协定》在第 21 届联合国气候变化大会通过后一个月,国内外对气候的

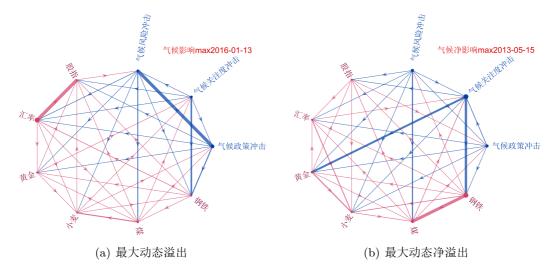


图 8 气候冲击动态溢出最大网络图

关注度处于空前高位. 气候冲击净溢出最大发生在 2013 年 5 月 15 日,这也是由于中国对于气候变化愈加重视,并且在当年首次发布《国家适应气候变化战略》,气候关注度冲击对黄金和钢铁溢出程度很高,气候风险冲击对煤的溢出次之,小麦受到三种气候冲击的溢出影响.对比两图,煤、黄金和钢铁都是溢出的接收方,在网络中处于较为被动的地位. 在网络中心度上,以气候因素为起点的线条更密更粗,说明其对外溢出始终较高. 在溢出情境下,气候风险冲击是主要的溢出传播者;在净溢出情境下,气候关注度冲击对大类资产的溢出效应更强.

5.3 稳健性检验

溢出模型中预测误差方差分解矩阵预测步长和滚动窗口期的选取均可能影响模型的测算结果,对此本文开展稳健性分析. 第一, 更改预测期. 在实证过程中发现, 当预测步长大于10 时, 预测误差方差分解的结果就已经稳定不变, 故本部分没有列出 H=50 周和 H=150 周的检验结果. 这表明调整预测步长 H 对估计结果没有影响. 第二, 更改滚动窗口期. 选取90 周和 120 周重新计算总溢出指数, 如图 9 所示. 与图 5 对比, 可以看出更改前后总溢出指

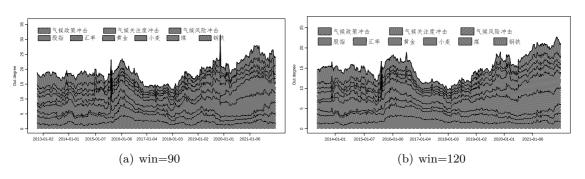


图 9 更改窗口期的总溢出指数

数的路径相似, 前述结论依然成立. 因此, 笔者认为关于气候冲击对中国大类资产收益的溢出研究是稳健的.

6 结论

本文采用 Diebold 和 Yilmaz 基于 VAR 模型的广义预测误差方差分解方法构建了气候冲击与我国大类资产收益的溢出网络, 对风险溢出的静态与动态演化特征进行测度分析. 本文得到了一些重要发现.

首先,气候冲击会对大类资产收益产生溢出效应,但其远小于气候冲击内部与资产内部风险溢出.在全样本静态情境下,气候关注度冲击对大类资产收益最大.不同大类资产的风险输入呈现异质性特征,黄金、钢铁与股指对气候冲击较敏感,接受溢出程度较大.其次,动态总溢出指数存在明显的时变特征,易受气候相关大事件影响,如相关气候政策的颁布和极端气候风险事件的出现都会使得气候冲击的溢出指数有短暂的快速上升.最后,在动态情境下,不同气候冲击对不同大类资产的溢出同样存在较强的异质性,气候关注度冲击对大类资产的溢出效应最强,除小麦外的其他资产都在不同程度上受到气候冲击溢出影响.这说明气候冲击对大类资产的溢出影响有增强趋势.

总体来看,以气候关注度为主的气候冲击对我国大类资产收益的影响不容忽视.相比官方新闻媒体对气候政策的报道,公众自发搜索的气候变化信息由于可以在一定程度上反映了市场的关注和预期情况,因此对各种大类资产收益的溢出效应更大.对于金融监管部门而言,应该对不同气候冲击的风险溢出制定相应的监测措施,将关键的气候冲击纳入市场监测体系中,尽可能减少其对大类资产收益的溢出,引导市场稳定运行.对于投资者而言,应该关注对气候冲击溢出敏感的资产,制定合理的投资组合策略以对冲风险.

参 考 文 献

陈国进, 郭珺莹, 赵向琴, (2021). 气候金融研究进展 [J]. 经济学动态, (8): 131-145.

Chen G J, Guo J Y, Zhao X Q, (2021). Research Progress on Climate Finance[J]. Economic Perspectives, (8): 131–145.

高睿, 王营, 曹廷求, (2022). 气候变化与宏观金融风险 —— 来自全球 58 个代表性国家的证据 [J]. 南开经济研究, (3): 3-20.

Gao R, Wang Y, Cao T Q, (2022). Climate Change and Macro — Financial Risk: International Evidence[J]. Nankai Economics Studies, (3): 3–20.

洪永淼, 汪寿阳, (2021). 大数据如何改变经济学研究范式?[J]. 管理世界, 37(10): 40-55.

Hong Y M, Wang S Y, (2021). How is Big Data Changing Economic Research Paradigms?[J]. Journal of Management World, 37(10): 40–55.

姬强, 赵万里, 张大永, 郭琨, (2022). 气候风险感知对金融市场的影响 —— 基于中国企业层面的微观证据 [J]. 计量经济学报, 2(3): 666-680.

Ji Q, Zhao W L, Zhang D Y, Guo K, (2022). Climate Risk Perception and Its Impacts on Financial Markets: Micro-evidence from Listed Firms in China[J]. China Journal of Econometrics, 2(3): 666–680

刘波, 王修华, 李明贤, (2021). 气候变化冲击下的涉农信用风险 —— 基于 2010-2019 年 256 家农村金融机

- 构的实证研究 [J]. 金融研究, (12): 96-115.
- Liu B, Wang X H, Li M X, (2021). Climate Change and the Credit Risk of Rural Financial Institutions[J]. Journal of Financial Research, (12): 96–115.
- 刘瑞霞, (2022). 气候风险信息披露的全球实践 [J]. 中国金融, (1): 86-88.
 - Liu R X, (2022). Global Practice of Climate Risk Disclosure[J]. China Finance, (1): 86–88.
- 马骏, 孙天印, (2020). 气候转型风险和物理风险的分析方法和应用—— 以煤电和按揭贷款为例 [J]. 清华金融评论, (9): 31-35.
 - Ma J, Sun T Y, (2020). Analytical Methods and Applications for Climate Transition Risk and Physical Risk: The Case of Coal Power and Mortgage Lending[J]. Tsinghua Financial Review, (9): 31–35.
- 汪寿阳, 洪永淼, 霍红, 方颖, 陈海强, (2019). 大数据时代下计量经济学若干重要发展方向 [J]. 中国科学基金, 33(4): 386-393.
 - Wang S Y, Hong Y M, Huo H, Fang Y, Chen H Q, (2019). Several Influential Research Directions of Econometrics Theory in Big Data Era[J]. Bulletin of National Natural Science Foundation of China, 33(4): 386–393.
- 于孝建, 万梦玥, 梁柏淇, 肖炜麟, (2022). 气候变化、绿色转型与农业贷款不良率 —— 基于压力测试的实证 [J]. 金融监管研究, (8): 40-57.
 - Yu X J, Wan M Y, Liang B Q, Xiao W L, (2022). Climate Change, Green Transformation and Agricultural Loan Non-performing Rate: Empirical Evidence Based on Stress Test[J]. Financial Regulation Research, (8): 40–57.
- 张帅, 陆利平, 张兴敏, 王晖, (2022). 金融系统气候风险的评估、定价与政策应对: 基于文献的评述 [J]. 金融 评论, 14(1): 99-120.
 - Zhang S, Lu L P, Zhang X M, Wang H, (2022). Climate Risk in Financial System: Assessment, Pricing, and Management[J]. Chinese Review of Financial Studies, 14(1): 99–120.
- Baker S R, Bloom N, Davis S J, (2016). Measuring Economic Policy Uncertainty[J]. The Quarterly Journal of Economics, 131(4): 1593–1636.
- Bartram S M, Hou K, Kim S, (2022). Real Effects Of Climate Policy: Financial Constraints and Spillovers[J]. Journal of Financial Economics, 143(2): 668–696.
- Battiston S, Martinez-Jaramillo S, (2018). Financial Networks and Stress Testing: Challenges and New Research Avenues for Systemic Risk Analysis and Financial Stability Implications[J]. Journal of Financial Stability, 35: 6–16.
- Bolton P, Despres M, Da Silva L A P, Samama F, Svartzman R, (2020). The Green Swan[M]. Basel, Switzerland: Bank for International Settlements.
- Bolton P, Kacperczy M, (2021). Do Investors Care about Carbon Risk?[J]. Journal of Financial Economics, 142(2): 517–549.
- Bose S, Minnick K, Shams S, (2021). Does Carbon Risk Matter for Corporate Acquisition Decisions?[J]. Journal of Corporate Finance, 70: 102058.
- Cevik S, Jalles J T, (2022). This Changes Everything: Climate Shocks and Sovereign Bonds[J]. Energy Economics, 107: 105856.
- Choi D, Gao Z, Jiang W, (2020). Attention to Global Warming[J]. The Review of Financial Studies, 33(3): 1112–1145.
- Diebold F X, Yilmaz K. (2009). Measuring Financial Asset Return and Volatility Spillovers, with Application to Global Equity Markets[J]. The Economic Journal, 119(534): 158–171.
- Diebold F X, Yilmaz K, (2012). Better to Give than to Receive: Predictive Directional Measurement of Volatility Spillovers[J]. International Journal of Forecasting, 28(1): 57–66.

- Diebold F X, Yilmaz K, (2014). On the Network Topology of Variance Decompositions: Measuring the Connectedness of Financial Firms[J]. Journal of econometrics, 182(1): 119–134.
- Diebold F X, Yilmaz K, (2015a). Financial and Macroeconomic Connectedness: A Network Approach to Measurement and Monitoring[M]. Oxford: Oxford University Press.
- Diebold F X, Yilmaz K, (2015b). Trans-Atlantic Equity Volatility Connectedness: US and European Financial Institutions, 2004–2014[J]. Journal of Financial Econometrics, 14(1): 81–127.
- Do V, Nguyen T H, Truong C, Vu T, (2020). Is Drought Risk Priced in Private Debt Contracts?[J]. International Review of Finance, 21(2): 724–737.
- Ehlers T, Packer F, de Greiff K, (2022). The Pricing of Carbon Risk in Syndicated Loans: Which Risks are Priced and Why?[J]. Journal of Banking and Finance, 136: 106180.
- Engle R F, Giglio S, Kelly B, Lee H, Stroebel J, et al. (2020). Hedging Climate Change News[J]. The Review of Financial Studies, 33(3): 1184–1216.
- Fernandez-Perez A, Fuertes A M, Gonzalez-Fernandez M, Miffre J, (2020). Fear of Hazards in Commodity Futures Markets[J]. Journal of Banking and Finance, 119: 105902.
- Flori A, Pammolli F, Spelta A, (2021). Commodity Prices Co-movements and financial Stability: A Multidimensional Visibility Nexus with Climate Conditions[J]. Journal of Financial Stability, 54: 100876.
- Giglio S, Kelly B, Stroebel J, (2021). Climate Finance[J]. Annual Review of Financial Economics, 13(1): 15–36.
- Giglio S, Maggiori M, Rao K, Stroebel J, Weber A, (2021). Climate Change and Long-run Discount Rates: Evidence from Real Estate[J]. The Review of Financial Studies, 34(8): 3527–3571.
- Jaffe A M, (2020). Stranded Assets and Sovereign States[J]. National Institute Economic Review, 251: R25–R36.
- Jha M, Liu H, Manela A, (2021). Natural Disaster Effects on Popular Sentiment Toward Finance[J]. Journal of Financial and Quantitative Analysis, 56: 2584–2604.
- Koop G, Pesaran M H, Potter S M, (1996). Impulse Response Analysis in Nonlinear Multivariate Models[J]. Journal of Econometrics, 74(1): 119–147.
- Lanne M, Nyberg H, (2016). Generalized Forecast Error Variance Decomposition for Linear and Nonlinear Multivariate Models[J]. Oxford Bulletin of Economics and Statistics, 78(4): 595–603.
- Pesaran H H, Shin Y, (1998). Generalized Impulse Response Analysis in Linear Multivariate Models[J]. Economics Letters, 58(1): 17–29.
- Pesaran M H, Shin Y, (1996). Cointegration and Speed of Convergence to Equilibrium[J]. Journal of Econometrics, 71(1–2): 117–143.
- Phan D H B, Tran V T, Ming T C, Le A, (2022). Carbon Risk and Corporate Investment: A Cross-country Evidence [J]. Finance Research Letters, 46. DOI: 10.1016/j.frl.2021.102376.
- Ramelli S, Ossola E, Rancan M, (2021). Stock Price Effects of Climate Activism: Evidence from the First Global Climate Strike[J]. Journal of Corporate Finance, 69: 102018.
- Reboredo J C, Ugolini A, (2022). Climate Transition Risk, Profitability and Stock Prices[J]. International Review of Financial Analysis, 83: 102271.
- Semieniuk G, Holden P B, Mercure J F, Salas P, Pollitt H, et al. (2022). Stranded Fossil-fuel Assets Translate to Major Losses for Investors in Advanced Economies[J]. Nature Climate Change, 12(6): 532–538.
- Stroebel J, Wurgler J, (2021). What Do you Think about Climate Finance?[J]. Journal of Financial Economics, 142(2): 487–498.