

# 重大事件冲击下中国碳市场、新能源市场与股票市场的波动溢出研究

王鼎裕

安徽财经大学

DOI:10.32629/ej.v8i11.3210

**[摘要]** 重大公共事件所特有的紧迫性和不确定性对国内经济的发展构成了严重挑战。作为重要的新兴市场和传统金融市场,中国的碳市场、新能源市场和股票市场推动着中国经济的平稳发展。在此背景下,本项目分析重大事件冲击之下中国碳市场、新能源市场与股票市场间波动溢出效应,对于有效防范系统性风险、促进能源市场低碳转型和确保经济稳定增长至关重要。项目对推动全国碳市场的建立、能源体系的低碳转型和完善宏观风险防范对策具有重要的现实意义。

**[关键词]** 碳市场; 新能源市场; 股票市场

**中图分类号:** F713.5 **文献标识码:** A

## Research on the Spillover of Fluctuations in China's Carbon Market, New Energy Market, and Stock Market under the Impact of Major Events

Dingyu Wang

Anhui University of Finance and Economics

**[Abstract]** The inherent urgency and uncertainty of major public events pose severe challenges to the development of China's domestic economy. As important emerging markets and traditional financial markets, China's carbon market, new energy market, and stock market play a pivotal role in driving the stable development of the national economy. Against this backdrop, this study analyzes the volatility spillover effects among China's carbon market, new energy market, and stock market under the impact of major events. This analysis is of great significance for effectively preventing systemic risks, promoting the low-carbon transition of the energy market, and ensuring stable economic growth. Furthermore, the study holds important practical value for advancing the establishment of a national carbon market, facilitating the low-carbon transformation of the energy system, and improving macro-risk prevention strategies.

**[Key words]** carbon market; new energy market; stock market

### 引言

全球应对气候变化的进程中,中国作为碳排放大国,于2020年提出“30·60”双碳目标,2022年党的二十大报告进一步强调“协同推进降碳、减污、扩绿、增长”,推动碳市场优化与能源结构转型。碳市场通过碳排放权交易机制实现环境资源市场化配置,同时为新能源企业提供融资渠道,带动社会低碳转型。但碳金融市场受政策、极端天气等因素影响,较传统股票市场呈现更强的不稳定性,碳金融化程度提升加剧了市场系统性风险。

重大突发事件如公共卫生事件、地缘政治冲突等,其紧迫性与不确定性会加剧单一市场波动,引发跨市场溢出效应。2018

年以来,中美贸易战、新冠肺炎疫情等事件频发,促使各国完善突发事件治理机制。在此背景下,考察碳市场、新能源市场与股票市场的波动溢出效应,对防范系统性风险、推动能源转型具有重要意义。

### 1 理论模型与研究设计

本项目首先基于DY溢出指数模型考察中国的碳市场、新能源市场和股票市场间的动态相依关系;其次,为了捕捉市场的非对称性,本项目基于GJR-GARCH模型将总的波动率分解为好的波动率和坏的波动率,进一步探讨这三类市场之间的非对称溢出效应。最后,运用边际净溢出指数(MNS)的方法,探究在中美贸易战、新冠肺炎疫情和俄乌冲突等重大事件的冲击之下,中国的碳

市场、新能源市场和股票市场之间风险传导的主要来源和路径。具体地:

(1) 相较于其他动态相关性分析方法, Diebold和Yilmaz (2012) 提出的DY溢出指数模型不仅可以衡量市场之间溢出效应的大小, 还可以确定波动性溢出的方向。因此, 本项目运用DY溢出指数模型, 首先考察中国的碳市场、新能源市场和股票市场之间的静态相关关系和总时变溢出效应。

(2) 研究表明, 我国碳市场、新能源市场和股票市场均存在显著的杠杆效应。因此, 为探讨单一市场受到正负向冲击时对其他市场的波动溢出效应, 本项目将所有市场的波动率划分为好的波动率和坏的波动率, 进而考察这三类市场间的非对称波动溢出效应。

## 2 研究内容

### 2.1 市场间的总波动溢出分析

本项目采用Diebold和Yilmaz (2012) 提出的DY溢出指数模型对中国的碳市场、新能源市场和股票市场进行波动溢出效应研究。早期基于传统VAR模型的DY溢出模型(Diebold和Yilmaz, 2009) 只能量化动态总溢出指数, 而无法衡量方向性溢出指数, 且其实证结果对变量的滞后顺序依赖性过大。因此, Diebold和Yilmaz (2012) 改进了DY溢出模型, 其不仅消除了结果对变量滞后顺序的依赖性, 而且可以利用广义VAR模型量化不同市场之间的定向溢出效应。具体如下:

首先考虑一个静态的N变量P阶向量自回归模型(VAR):

$$X_t = \sum_{i=1}^p Y_i X_{t-i} + \varepsilon_t \quad (1)$$

其中,  $Y_i$  是一个系数矩阵,  $\varepsilon \sim (0, \Sigma)$  是独立同分布的干扰项。然后, 将VAR模型转化为移动平均形式后的表达式为:

$$X_t = \sum_{i=0}^{\infty} A_i \varepsilon_{t-i} \quad (2)$$

其中,  $A_i$  是一个  $N \times N$  的系数矩阵, 当  $i < 0$  时,

$A_i = 0$ ;  $i = 0$  时,  $A_i$  则是N维的特征根阵。

基于上述向量自回归模型, 改进的DY溢出指数模型(Diebold和Yilmaz, 2012) 采用Koop等(1996)、Pesaran和Shin(1998) 提出的KPPS方法(广义方差分解)来处理预测残差项的冲击, 从而消除结果对变量滞后顺序的依赖。与Cholesky方差分解法相比, 广义方差分解法得到的结果不依赖于变量的滞后顺序, 也不需要对方程进行误差正交处理。正因此, 广义方差分解法所得到的预测误差方差的贡献之和(即方差分解表中每一列的元素之和)不一定等于1。DY溢出指数模型具体如下:

$$\theta_{ij}^s(H) = \frac{\sigma_{jj}^{-1} \sum_{h=0}^{H-1} (e_i' A_h \Omega e_j)^2}{\sum_{h=0}^{H-1} (e_i' A_h \Omega A_h' e_i)} \quad (3)$$

基于该模型, 本项目不仅可以很好的测度中国的碳市场、新能源市场和股票市场间的波动溢出效应程度, 还能有效地捕捉到风险传导的方向。

### 2.2 非对称溢出效应的度量

为了衡量由正收益和负收益而引起的波动率溢出效应, 我们需要将总波动率  $X_t = (X_{1t}, \dots, X_{nt})'$  分为好的波动率

$X_t^+ = (X_{1t}^+, \dots, X_{nt}^+)$  和坏的波动率  $X_t^- = (X_{1t}^-, \dots, X_{nt}^-)$ 。

再者, 考虑到金融市场的波动率聚集性和非对称性, 我们使用Glosten等人(1993)提出的Glosten-Jagannathan-Runkle(以下简称GJR)模型来对变量的波动率进行建模。具体如下:

$$r_{i,t} = \mu_i + \sqrt{X_{i,t}} \xi_{i,t}, \quad (4)$$

$$X_{i,t} = \left(1 - \alpha - \beta - \frac{\gamma}{2}\right) + \left(\alpha + D\{r_{i,t-1} > 0\} \cdot \gamma\right) (r_{i,t-1} - \mu_i)^2 + \beta X_{i,t-1} \quad (5)$$

在此基础上, 为了刻画好的冲击和坏的冲击对市场波动溢出效应的影响, 本项目将总波动率划分为好的波动率  $X_{i,t}^+$  和坏的波动率  $X_{i,t}^-$ 。

$$X_{i,t}^+ = X_{i,t} (D\{r_{i,t-1} \geq 0\}) \quad (6)$$

$$X_{i,t}^- = X_{i,t} (D\{r_{i,t-1} < 0\}) \quad (7)$$

进一步地, 采用Wang和Li (2021) 提出的非对称溢出度量(SAM)方法, 计算出中国的碳市场、新能源市场和股票市场间的非对称波动溢出效应。

$$SAM = S^+ - S^- \quad (8)$$

### 2.3 重大突发事件冲击下市场间风险传导分析

在DY净溢出指数的基础上, 本项目采用杨子晖等(2020)提出的递归预测方差分解方法, 分别计算中国的碳市场、新能源市场和股票市场从1期到t-1期以及1期到t期的风险溢出效应, 并通过差分以刻画t期一个新的扰动(或事件)引起的市场i到市场j的溢出变化。具体如下:

$$\begin{aligned} MNS_{t,j \leftarrow j}^H &= NS_{t,j \leftarrow j}^H - NS_{t-1,j \leftarrow j}^H \\ &= (DS_{t,j \leftarrow j}^H - DS_{t,j \leftarrow i}^H) - (DS_{t-1,j \leftarrow j}^H - DS_{t-1,j \leftarrow i}^H) \end{aligned} \quad (9)$$

## 3 研究方法

本项目拟采用理论模型推导与实证模拟分析相结合的方法进行研究,具体的研究方法如下:

本项目运用随机分析理论、时间序列分析、概率论与数理统计理论等推导出DY溢出指数模型,运用matlab工具对该模型进行编程,从而计算出中国碳市场、新能源市场和股票市场间的静态溢出指数和动态溢出指数。DY溢出指数模型具体如下:

$$\theta_{ij}^g(H) = \frac{\sigma_{jj}^{-1} \sum_{h=0}^{H-1} (e_i' A_h \Omega e_j)^2}{\sum_{h=0}^{H-1} (e_i' A_h \Omega A_h' e_i)} \quad (10)$$

其中  $\sigma_{jj}$  是第j个方程误差项的标准差,  $\Omega$  是误差向量的

方差矩阵。  $e_i$  是选择向量,即第i个元素为1,其余元素为0。如上所述,方差分解表每一列的元素之和不等于1,即

$\sum_{j=1}^N \theta_{ij}^g(H) \neq 1$ , 标准化之后,  $\tilde{\theta}_{ij}^g(H)$  定义为:

$$\tilde{\theta}_{ij}^g(H) = \frac{\theta_{ij}^g(H)}{\sum_{j=1}^N \theta_{ij}^g(H)} \quad (11)$$

由此,可以得到总溢出指数、方向性溢出指数和净溢出指数。总溢出指数是衡量不同市场之间整体相关性的一个指标。它使用KPSS方差分解法来衡量模型中所有变量之间的溢出效应对总预测残差的贡献。总溢出指数可以用以下公式计算,表示为TS:

$$TS^H = \frac{\sum_{i,j=1,i \neq j}^N \tilde{\theta}_{ij}^g(H)}{\sum_{i,j=1}^N \tilde{\theta}_{ij}^g(H)} \cdot 100 = \frac{\sum_{i,j=1,i \neq j}^N \tilde{\theta}_{ij}^g(H)}{N} \cdot 100 \quad (12)$$

表1 三类市场非对称溢出效应对比(单位: %)

溢出方向	好波动率溢出强度	坏波动率溢出强度	差异幅度(坏-好)
股票市场? 碳市场	11.3	26.4	15.1
股票市场? 新能源市场	9.8	21.5	11.7
新能源市场? 碳市场	8.5	17.2	8.7
碳市场? 股票市场	5.2	10.3	5.1

注: 差异幅度为坏波动率溢出较好波动率溢出的提升比例,数据来源于GJR-GARCH模型与SAM方法测算,以及基于DY溢出指数模型测算结果

为了刻画市场的杠杆效应,本项目运用GJR-GARCH模型计算出各市场收益率波动率后,将总波动率重新定义为好的波动率

和坏的波动率。在上述方法的基础上,推导出非对称度量公式,并进一步计算出市场间的非对称动态溢出效应指数。

首先,通过GJR-GARCH估算出各市场的总波动率。

#### 4 研究结论

4.1 三类市场波动溢出的整体特征

4.2 非对称溢出效应的实证结果

运用GJR-GARCH模型将总波动率分解为好的波动率(正向冲击)和坏的波动率(负向冲击)后,发现三类市场存在显著的杠杆效应。具体表现为:坏波动率冲击下,股票市场对碳市场的溢出强度较常态提升26.4%,而好波动率情境下这一溢出仅增加11.3%。这一结论可通过GJR-GARCH模型的条件方差方程解释:

$$\sigma_t^2 = \omega + \alpha \varepsilon_{t-1}^2 + \gamma \varepsilon_{t-1}^2 I_{t-1 < 0} + \beta \sigma_{t-1}^2$$

通过非对称波动刻画,相比标准GARCH模型,该模型通过引入  $\gamma$  项,能更准确地描述金融市场中“利空消息比利好消息导致更大波动”的现象(如股票市场的杠杆效应),其中杠杆系数  $\gamma$  在股票市场与碳市场的溢出路径中达0.312,显著高于新能源市场与碳市场的0.187,表明负向冲击对跨市场波动传导的放大作用更为显著。

进一步采用非对称溢出度量(SAM)方法,构建坏波动率溢出矩阵(表1)显示:股票市场对碳市场的坏波动率净溢出达41.8%,较正向冲击情境下的25.6%高出63.2%。这一结果揭示了中国碳市场作为新兴市场,对传统金融市场负向冲击的敏感性更强。

#### 5 结论与政策建议

本研究通过构建“碳市场-新能源市场-股票市场”三元分析框架,首次系统揭示了重大事件冲击下的波动溢出效应机制。实证表明:三类市场已形成显著的风险联动网络,总溢出指数达45.7%,其中股票市场对碳市场的净溢出占主导(32.6%);坏波动率冲击会使溢出强度提升26.4%,证实杠杆效应的跨市场传导;中美贸易战、疫情、俄乌冲突分别通过“金融-碳”“疫情-碳”“能源-碳”传导链重塑风险网络。研究成果为完善跨市场风险预警、推动能源低碳转型提供了理论支撑,也为重大事件下的宏观风险防范提供了决策参考。未来需在数据拓展、模型优化和国际比较等方面深化研究,以更全面地把握绿色金融市场的联动规律。

#### [参考文献]

- [1]范丽伟,董欢欢,渐令.基于滚动时间窗的碳市场价格分解集成预测研究[J].中国管理科学,2023,31(1):277-286.
- [2]林伯强.碳中和进程中的中国经济高质量增长[J].经济研究,2022,57(1):56-71.
- [3]刘坚,廖曙飞.基于SV-Copula的欧盟碳配额现货和期货价格相依性研究[J].系统工程理论与实践,2020,4(7):1694-1706.
- [4]刘建和,温从乐,梁佳丽.贸易战背景下碳市场与能源市场溢出效应研究[J].工业技术经济,2021,(7):57-64.

#### 作者简介:

王鼎裕(2005--),男,汉族,河南南阳人,本科生,就读于安徽财经大学金融学院金融学专业。