

贸易战背景下碳市场与能源市场溢出效应研究

刘建和 温从乐 梁佳丽
(浙江财经大学金融学院, 杭州 310018)

〔摘要〕 2018年中美贸易战的爆发,对中美碳市场和能源市场都造成了强烈的冲击。为探究中美贸易战对中国碳市场的影响,本文利用断点回归模型发现碳市场价格在中美贸易战爆发前后出现了断层现象。本文运用VAR和方差分解来找出贸易战前后对碳市场影响最大的传统能源市场。通过DCC-GARCH模型,本文研究了中国碳市场与能源市场在中美贸易战前后的溢出关系变化,并发现不同市场间的动态相关性发生了变化。本文以中美贸易战为背景,探究贸易战对中国碳市场和传统能源市场的冲击和影响,无论是从碳风险管理还是从缓解气候恶化角度都具有重要的现实意义。

〔关键词〕 碳市场 中美贸易战 能源市场 溢出效应 节能减排 碳风险管理

DOI:10.3969/j.issn.1004-910X.2021.07.008

〔中图分类号〕 F830.9; F744 〔文献标识码〕 A

引言

为有效遏制碳污染和气候变暖趋势,以碳市场交易为核心的金融体系应运而生。十九届五中全会提出了“碳排放达峰后稳中有降”,并将其纳入了2035年的远景目标之中。2020年12月中央经济工作会议上,“碳中和”再次受到党中央政府的高度重视,被列为2021年八大重点工作之一。根据生态环境部数据,截至2020年8月,我国试点碳市场共累计配额成交量约4.06亿吨二氧化碳当量,成交额约92.8亿元。《中国应对气候变化的政策与行动2019年度报告》数据显示,2018年单位国内生产总值二氧化碳排放下降了4.0%,较2005年累计下降45.8%。由此可见中国碳市场正处于发展的关键期,并已发挥了一定的效果,全国的碳排放强度也呈现了显著的下降趋势,

根据《中国能源发展报告》数据,2019年我国能源消费总量达48.6亿吨标准煤,较上年增长了3.3%。同时除煤炭以外,中国传统能源的对外依存度不断上升,其中2018年石油和天然气对外依存分别达到了70%和43%。而美国在页岩革命之后,天然气和石油产量迅速增长,有望成为

全球传统能源主要出口提供者。2018年7月6日,美国对第一轮价值340亿美元的中国商品正式征收25%的关税。随后中国也对美国天然气、原油及相关产品征收超额关税,其中对煤炭和液化天然气分别加征25%和15%的关税。而这也影响了传统能源市场和碳市场的供求,对金融市场情绪面也造成了很大的冲击,进而导致了中国国内能源价格的剧烈波动。作为世界上最大的能源生产国和碳排放国,在贸易战政策背景下,中美的碳市场和能源市场必定会受到强烈的冲击和影响。

因此,本文对中美贸易战出现前后我国碳市场价格表现以及其与能源市场之间的动态溢出效应展开了研究。通过运用断点回归模型,本文发现贸易战对碳价格存在正向作用,同时DCC-GARCH模型表明贸易战前后碳市场和焦煤市场、原油市场之间的动态相关性发生了变化。本文研究发现研究中国碳市场与不同市场间的相互影响,探究贸易战对中国碳市场和传统能源市场的冲击和影响,有助于发现碳市场价格的形成机制和推动全国碳市场的建立。

收稿日期:2021-02-27

基金项目:国家社会科学基金项目“基于金融性资产财富效应的我国流动人口家庭投资和消费决策研究”(项目编号:16BJY004)。

作者简介:刘建和,浙江财经大学金融学院教授。研究方向:金融市场、家庭金融。温从乐,浙江财经大学金融学院硕士研究生。研究方向:金融市场。梁佳丽,浙江财经大学金融学院硕士研究生。研究方向:金融市场。

1 文献述评

作为新兴市场,碳市场价格波动频繁,各国也在不断致力于建立和完善本国碳市场,因此学界对此也开展了广泛和深入的研究。学者主要从碳市场价格影响因素和碳市场波动溢出两个方面进行了研究。陈晓红等(2013)认为政策是最重要的影响因素,碳市场政策会对碳期货市场的价格产生影响^[1]。Hammoudeh等(2014)通过分位数回归对美国碳市场价格进行研究,发现煤炭、石油、天然气价格均会对碳价格产生影响,且影响强弱和方向与碳价有关^[2]。同时郭文军(2015)通过对我国碳市场影响因素进行分析,发现我国碳价受到石油价格的影响^[3],而Koch等(2013)认为电力价格也会对碳市场价格带来正向影响^[4]。Alberola等(2009)指出欧盟碳市场价格变动可以在一定程度上反映经济景气指标^[5]。环境因素对碳市场价格的影响主要体现在气候和空气质量状况上,罗志霞(2014)发现气候会影响碳市场的供求关系和价格波动^[6],而周天芸和许锐翔(2016)的研究表明空气质量与碳价呈负相关关系^[7]。

在碳市场波动溢出方面,高清霞和李昉(2016)、辛姜和赵春艳(2018)、Dhamija等(2018)的研究都发现碳市场与石油、天然气、煤炭、电力等能源市场之间存在着较强的溢出关系^[8-10]。Lutz等(2013)和吴振信等(2015)发现碳市场的价格波动会受到股票市场影响,但在不同时间影响程度不同^[11,12]。同时,王倩和高翠云(2016)采用社会网络分析法分析我国7个试点碳市场之间的关联特征,发现不同市场间具有较高的关联度,存在市场整合的特征^[13],且与欧盟碳市场之间具有显著的相关性(李可隆和谢赤,2020)^[14]。除此之外,学者还发现宏观经济、外汇市场也与碳市场存在一定的动态相关关系(Creti等,2012;张晨和刘宇佳,2017)^[15,16]。

总体来看,由于中国碳市场发展较晚,当前学界研究的对象主要为欧盟碳市场,而对我国试点碳市场研究不多,且研究更多是针对中国碳市场的建设和宏观指导,对中国碳市场的影响因素以及其与其他市场之间溢出效应研究较少。在对市场波动性的探究上,大多数研究都采用了单变

量模型,并不能有效反映碳市场与其他市场的关联情况。同时,大部分研究都没有衡量各个能源市场对碳市场价格波动的贡献率,而是直接选择了一种能源市场来考察碳市场与其之间的溢出关系,或是直接比较国内外碳市场之间的动态联动关系。此外,现有文献更多是从长期视角,分析较长时间内碳市场的影响因素,而忽略了在这一段时间内碳市场影响因素可能发生的动态变化。但在某些重大事件影响下,碳市场的影响因素及其与其他市场之间的波动溢出效应并非是一成不变的。因此以重大事件为分界点,分析事件发生前后碳市场与其他市场之间的溢出效应变化具有较大的意义。

2 模型构建与数据说明

2.1 模型构建

为研究贸易战前后中国碳市场与国内相关市场之间的关联关系,本文首先采用断点回归模型研究贸易战对碳市场的冲击作用,然后利用VAR模型和方差分解分析能源市场对碳市场的影响效应,从而找出对碳市场结构影响最大的国内能源市场。在溢出效应的研究中,通过DCC-GARCH模型对碳市场与相关能源市场的联动性及溢出效应进行分析,找出贸易战前后不同市场间的动态相关性变化。

2.1.1 断点回归模型

作为处理处置效应的一种有效办法,断点回归模型通过局部随机实验,能够避免参数估计的内生性问题。参考Imbens和Lemieux(2008)的研究成果,精确断点回归分析的表达式为:

$$Y_t = \tau D_t + \beta_1(t-x) + \beta_2 D_t(t-x) + \sum_{i=1}^n \chi_i P_{i,t} + \varepsilon_t \quad (1)$$

其中 Y_t 指 t 时刻被解释变量值; D_t 为虚拟变量,表示在 t 时刻政策实施与否; $(t-x)$ 为政策断点,用以对时间变量标准化; $P_{i,t}$ 是 t 时刻第 i 类控制变量;添加 $D_t(t-x)$ 使断点回归分析两边有不同的斜率。

2.1.2 VAR模型分析与方差分解

VAR模型通过将模型中所有变量的若干滞后变量与当期变量进行回归,估计变量之间的动态关系。通过运用VAR模型及方差分解方法,本文

可以分析得出我国碳市场受各个能源市场影响的强弱。VAR模型表示式为:

$$Y_t = a_0 + a_1 Y_{t-1} + a_2 Y_{t-2} + \dots + a_q Y_{t-q} + \varepsilon_t \quad (t = 1, 2, \dots, T) \quad (2)$$

对于滞后阶数的选择,本文选用了多数准则推荐阶数的原则。同时变量可能会受到来自其他变量的影响,因此本文通过方差分解方法测度受到的其他变量结构冲击的影响程度,进而确定每一影响因素的具体贡献度。方差分解的公式如下:

$$y_{it} = \sum_{j=1}^k (c_{ij}^{(0)} \varepsilon_{jt} + c_{ij}^{(1)} \varepsilon_{j,t-1} + c_{ij}^{(2)} \varepsilon_{j,t-2} + \dots), \quad i = 1, 2, \dots, k, \quad t = 1, 2, \dots, T \quad (3)$$

并运用下式测量扰动项对 y_i 的贡献度:

$$RVC_{j \rightarrow i}(\infty) = \frac{\sum_{q=0}^{\infty} (c_{ij}^{(q)})^2 \sigma_{jj}}{\text{var}(y_{it})} = \frac{\sum_{q=0}^{\infty} (c_{ij}^{(q)})^2 \sigma_{jj}}{\sum_{j=1}^k \sum_{q=0}^{\infty} (c_{ij}^{(q)})^2 \sigma_{jj}}, \quad (4)$$

$i, j = 1, 2, 3, \dots, k$

2.1.3 DCC-GRACH 模型

Bollerslev (1986) 在 ARCH 模型研究基础上首次提出 GARCH 模型,并被广泛应用于描述股市波动性。而 DCC-GRACH 模型考虑到了动态时变的特征,通过计算动态条件系数,解决常系数条件相关模型所无法解决的缺陷,能够更加准确地分析变量之间的动态相关性。因此本文选用 DCC-GRACH 模型以更好地分析碳市场与能源市场间的动态溢出效应。

本文估计了各个序列的单变量 GARCH 模型,进而用估计获得的标准化残差估计参数。两个阶段似然函数的表达式分别为:

$$QL_1(\varphi | r_t) = -\frac{1}{2} \sum_{t=1}^T [k \log(2\pi) + \log(|I_k|) + 2 \log(D_t) + r_t' D_t^{-1} I_k D_t^{-1} r_t] = -\frac{1}{2} \sum_{t=1}^T \left[k \log(2\pi) + \sum_{n=1}^k \log(h_{it}) + \frac{r_{it}^2}{h_{it}} \right] \quad (5)$$

$$QL_2(\phi | \hat{\varphi}, r) = -\frac{1}{2} \sum_{t=1}^T [k \log(2\pi) + 2 \log(|D_t|) + \log(|R_t|) + \varepsilon_t' R_t^{-1} \varepsilon_t] = -\frac{1}{2} \sum_{t=1}^T [k \log(2\pi) + 2 \log(|D_t|) + \log(|R_t|) + \varepsilon_t' R_t^{-1} \varepsilon_t] \quad (6)$$

经过两阶段估计处理后,本文获得的模型估计量具备良好的性质,进而可以通过 DCC-GARCH 模型进行我国碳市场与能源市场之间波动溢出效应的研究。

2.2 碳市场选择

为了选择最具代表性的碳市场,本文选取 2014 年 7 月 1 日至 2020 年 6 月 30 日为研究区间,并统计了湖北、深圳、上海、广州、北京、天津、重庆 7 个碳试点市场在区间内的有效交易天数和日成交量。其中仅有湖北碳市场和深圳碳市场的有效交易天数超过 1000 天,分别达到了 1084 和 1006 天,交易日占比分别为 91.79% 和 85.19%。同时湖北碳市场日成交量对数中位值和平均值均较大,分别为 9.471 和 8.906,且标准差也相对较低,说明其市场交易表现活跃和稳定。因此本文选取了湖北碳市场作为国内碳市场的代表性市场展开研究。

3 实证结果与分析

3.1 中美贸易战对中国碳市场的断点作用研究

如果中美贸易战对碳市场价格有影响,则断点回归分析结果中能够观察到碳价在政策变化前后产生突变。本文选取的时间节点为 2018 年 7 月 6 日。数据来源于 Wind 数据库。

通过借鉴 Lee (2010)^[17] 的研究,本文构建了如下断点回归模型:

$$hb_t = \alpha + \beta D_t + \mu_t \quad (7)$$

其中 hb_t 为 t 时刻观测到的湖北碳市场价格, D_t 为以中美贸易战时间点为分界线的虚拟变量。

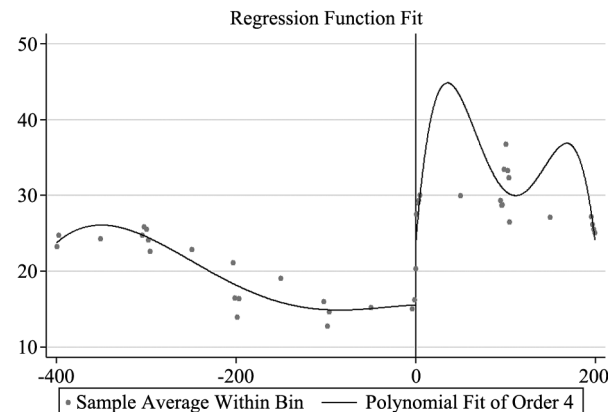


图1 RD绘图

从拟合结果中可以看出,在中美贸易战出现前后曲线出现了断层现象。同时,根据绘图结果

数据,在中美贸易战前的数据为827个,在中美贸易战后的数据为354个,箱体的平均长度即涨跌周期分别为20.002和9.962。本文进一步对断点处进行回归,根据表1显示的断点回归输出结果,

可以看出中美贸易战的断点影响效应为4.783,且在1%的水平上显著,说明中美贸易战对中国碳市场价格存在显著的正向作用。

表1 断点回归输出结果

Hb	Coef.	Std. Err.	Z	P>z	[95% Conf. Interval]	
Lwald	4.783	0.528	9.06	0.000	3.749	5.818

3.2 中美贸易战前后碳市场的影响因素分析

为探究中美贸易战前后碳市场的影响因素,本文选择了原油市场、焦煤市场、电力市场进行探究,以湖北碳市场收盘价作为被解释变量,选用WTI原油、焦煤期货、电力指数的月平均收盘价作为解释变量,以空气质量指数为控制变量,数据均进行了对数差分处理。研究发现,湖北碳市场价格在贸易战前后的标准差分别仅为0.1165和0.1310,表明湖北碳市场价格较为稳定。5个变量均通过了ADF检验,为平稳序列。

接着本文根据LR、AIC、FPE、HQ、SC等准则对最优滞后阶数进行选择,断点前与断点后分别构建了VAR(4)模型和VAR(2)模型。其所有根均在单位圆内,表明模型通过稳定性检验。接着通过方差分解,分析得出各相关市场变量对碳市场价格的贡献大小。贸易战之前,焦煤价格对碳市场价格的方差贡献最大,可达到7.051%左右。贸易战之后,原油价格对碳市场价格的方差贡献最大,达到4.367%左右,并呈现逐步增大的趋势。因此,在后续的溢出效应研究中,本文分别对在中美贸易战前后碳市场与焦煤市场、碳市场与原油市场的溢出关系展开研究。

3.3 中国碳市场与能源市场间溢出效应分析

3.3.1 数据选择与检验

本文选取的碳市场数据为湖北碳市场日收盘价,焦煤市场的数据为焦煤期货日结算价,原油市场的数据为原油期货结算价。数据序列均进行了对数收益率化处理,标示为DHB、DCOKE、DWITI。根据各收益率序列的描述性分析,各序列均呈现出“尖峰厚尾”特征,在1%置信水平下不服从正态分布,可以构建GRACH模型。

对模型进行回归前,本文对DHB、DCOKE和DWIT进行了平稳性检验,ADF统计量分别为-46.3411、-37.2707和-6.4498,且在1%置信水平下显著,表明序列均为平稳序列。为了考察碳市场、焦煤市场和原油市场的波动状况,本文进一步观察各个收益率残差序列时序图,如图2~4所示。

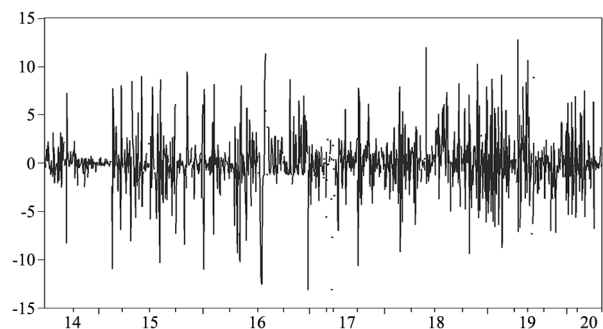


图2 碳市场残差序列图

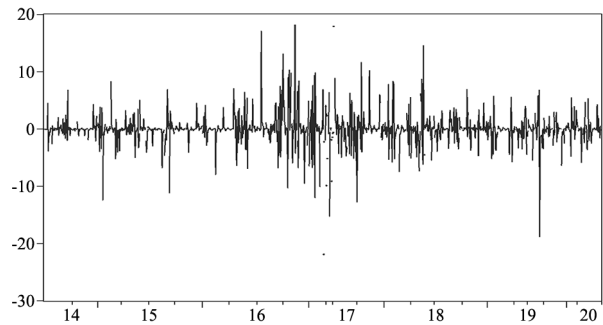


图3 焦煤市场残差序列图

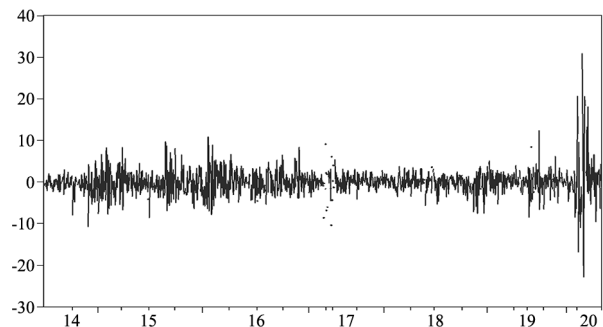


图4 原油市场残差序列图

碳市场、焦煤市场和原油市场收益率残差序列存在波动群集效应,且残差波动的幅度不一致,具有非对称性。通过各序列的自相关图和偏自相关图,本文发现 *DHB*、*DCOKE*、*DWTI* 均存在自相关性,需通过构建 ARMA 模型消除序列的自相关性,建立的模型分别为 MA(1)、ARMA(5,5)、ARMA(2,2)。

经过多次比对之后,本文建立 *DHB*、*DCOKE*、*DWTI* 的 ARMA 最优均值方程式,进一步进行 ARCH LM 检验的结果表明,中国碳市场、焦煤市场、原油市场收益率残差序列均为显著,即3个市场价格序列的残差均存在 ARCH 效应,可建立 GARCH 模型。

表2 ARCH LM 检验

<i>DHB</i>			
F-statistic	136.4504	Prob. F(1,1173)	0.0000
Obs * R-squared	122.4401	Prob. Chi-Square(1)	0.0000
<i>DCOKE</i>			
F-statistic	20.1874	Prob. F(1,1173)	0.0000
Obs * R-squared	19.8797	Prob. Chi-Square(1)	0.0000
<i>DWTI</i>			
F-statistic	143.6242	Prob. F(1,1173)	0.0000
Obs * R-squared	128.1751	Prob. Chi-Square(1)	0.0000

3.3.2 构建 DCC-GARCH 模型

DCC-GARCH 模型具有动态时变的特征,本文采用该模型能更为准确地分析贸易战前后中国碳市场、焦煤市场以及原油市场之间的动态影响和溢出效应。本文首先估计了单变量 GARCH 模型,模型估计结果见表3。

表3 碳市场、煤炭市场和原油市场的单变量 GARCH 模型估计结果

变量	<i>C</i>	α	β	$\alpha+\beta$
<i>DHB</i>	2.1181***	0.6073***	0.2939***	0.9012***
<i>DCOKE</i>	0.1069***	0.0434***	0.9469***	0.9903***
<i>DWTI</i>	0.3181***	0.1057***	0.8522***	0.9580***

注: *、**、*** 分别表示在 10%、5%、1% 的水平下显著。下同。

各个估计方程的 α 和 β 的系数都在 1% 的显

著性水平下显著,且 $\alpha+\beta$ 系数均小于 1,表明存在显著的波动聚集效应。其中,煤炭市场有最大的波动率,碳市场波动率最小。

其次,构建 DCC-GARCH(1,1) 模型,估计结果见表4。

表4 DCC-GARCH 模型估计结果

变量	α	β	$\alpha+\beta$
<i>DHB & DCOKE</i>	0.0515*	0.5685	0.6200
<i>DHB & DWTI</i>	0.0149**	0.9267***	0.9415

结果表明 $\alpha+\beta$ 值均小于 1,其中碳市场与原油市场的 $\alpha+\beta$ 值更接近 1,有着更强的动态相关性。从系数上看,碳市场和焦煤市场之间的短期调整能力强于其与原油市场,而碳市场与原油市场之间的持续程度强于其与焦煤市场。本文推测中国作为产煤大国,而原油更多依赖于进口,因此中国碳市场与焦煤市场之间信息沟通速度较快,有着较强的调整能力,而长期持续能力却不及碳市场与原油市场。

本文对碳市场和焦煤市场、原油市场之间的动态相关性进行了研究,分析不同市场之间的时变特征。

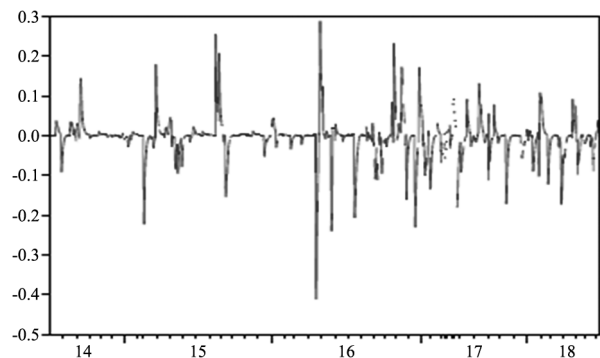


图5 *DHB & DCOKE* 贸易战前动态条件相关系数图

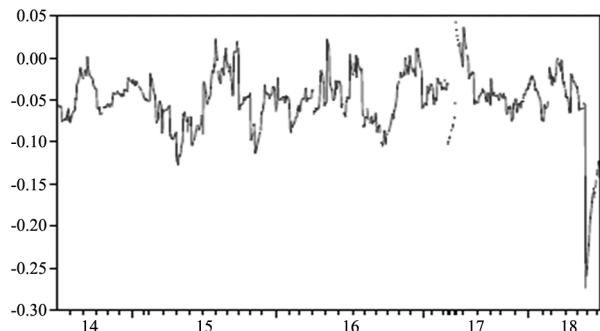


图6 *DHB & DWTI* 贸易战前动态条件相关系数图

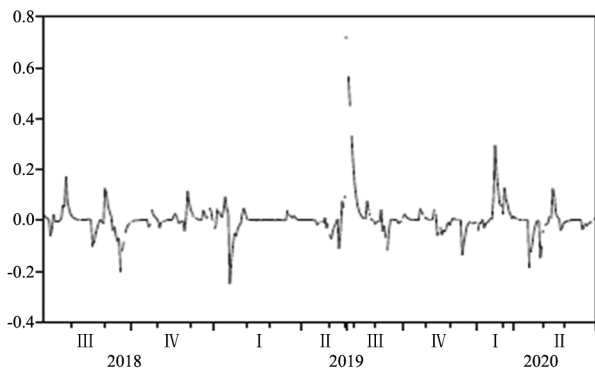


图7 DHB & DCOKE 贸易战后的动态条件相关系数图

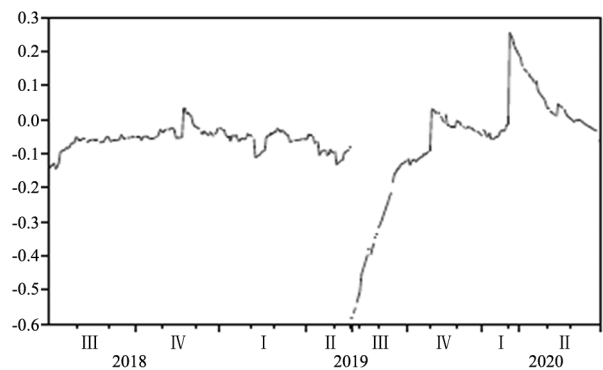


图8 DHB & DWIT 贸易战后的动态条件相关系数图

表5 DHB & DCOKE 动态相关系数描述性统计结果

时期	平均值	中位值	最大值	最小值	标准差	偏度	峰度
贸易战前	-0.0042	0.0011	0.2878	-0.4119	0.0494	-0.7015	15.8972
贸易战后	0.0070	0.0016	0.7172	-0.2497	0.0754	4.3135	37.4862

表6 DHB & DWIT 动态相关系数描述性统计结果

时期	平均值	中位值	最大值	最小值	标准差	偏度	峰度
贸易战前	-0.0497	-0.0478	0.0417	-0.2743	0.0353	-1.6600	10.3636
贸易战后	-0.0624	-0.0506	0.2552	-0.5836	0.1150	-1.6719	9.0723

通过分析,可以发现贸易战前碳市场与焦煤市场之间的动态相关系数均值为-0.0042,波动幅度基本位于-0.3~0.2之间,标准差为0.0494。碳市场与原油市场之间的动态相关系数均值为-0.0497,波动幅度基本位于-0.15~0.05之间,标准差为0.0353。表明贸易战前碳市场与焦煤市场、原油市场之间存在负相关关系。

贸易战后的碳市场与焦煤市场之间的动态相关系数均值为0.007,波动幅度基本位于-0.2~0.2之间,标准差为0.0754。碳市场与原油市场之间的动态相关系数均值为-0.0497,波动幅度基本位于-0.2~0.1之间,标准差为0.1150,表明贸易战后的碳市场与焦煤市场的关系由负相关转变为了正相关,而与原油市场的负相关关系得到了增强。本文分析可能是因为中国在贸易战期间对美国进口的煤炭加征关税,导致煤炭价格有所上涨,进口量下降,导致中国碳市场和焦煤市场之间的动态相关关系发生了变化。

3.4 稳健性检验

本文选用深圳碳市场的数据作为检验对象替代湖北碳市场进行溢出效应检验。用DCC-GARCH模型估计不同市场间的溢出效应时,估计方程的 α 和 β 之和均小于1。从系数上看,深圳碳市场和焦煤市场之间的短期调整能力强于碳市场与原油市场,而深圳碳市场与原油市场之间的持续程度强于碳市场与焦煤市场,与湖北碳的实证结果相符。

表7 DCC-GARCH 模型估计结果

变量	α	β	$\alpha+\beta$
DHB & DCOKE	0.0440**	0.5845	0.6285
DHB & DWIT	0.0267***	0.8418	0.8686

接着本文对深圳碳市场和能源市场之间的动态相关性进行了研究,贸易战前后碳市场与焦煤市场之间的动态相关系数均值分别为0.0378和0.0418,表明贸易战前后正相关关系得到了加强,而贸易战前后碳市场与原油市场之间的动态相关系数均值分别为-0.0483和-0.0387,前后两个阶

段均保持负相关关系。可见深圳碳市场与湖北碳市场的实证结果大致相符，因此本文研究通过稳

健性检验，符合一般规律。

表8 DSZ & DCOKE 动态相关系数描述性统计结果

时期	平均值	中位值	最大值	最小值	标准差	偏度	峰度
贸易战前	0.0378	0.0384	0.1773	-0.0783	0.0316	0.3616	5.6416
贸易战后	0.0418	0.0437	0.1405	-0.0998	0.0278	-0.9270	6.1898

表9 DSZ & DWTI 动态相关系数描述性统计结果

时期	平均值	中位值	最大值	最小值	标准差	偏度	峰度
贸易战前	-0.0483	-0.0496	0.5575	-0.5816	0.1180	0.1816	6.3230
贸易战后	-0.0387	-0.0501	0.5343	-0.8624	0.1404	-0.3918	10.3279

4 结论与建议

为探究中美贸易战对中国碳市场和传统能源市场的冲击和影响，本文以2018年7月6日为时间节点，采用断点回归模型、VAR模型和DCC-GARCH模型研究了我国碳市场与能源市场之间的溢出波动效应，并得到了以下结论：(1)中美贸易战前后中国碳市场碳价出现了明显的突变断层现象，且根据断点回归输出结果，可以发现中美贸易战对中国碳市场价格存在显著的正向作用；(2)通过方差分解，本文发现了各市场变量对中国碳市场价格的贡献大小。其中在中美贸易战之前，焦煤价格对碳市场价格的方差贡献最大；中美贸易战之后，WTI原油价格对碳市场价格的方差贡献最大，并呈现逐步增大的趋势；(3)通过运用DCC-GARCH模型分析我国碳市场与能源市场间的溢出效应，本文发现贸易战前碳市场与焦煤市场、原油市场之间均存在负相关关系，而贸易战后碳市场与焦煤市场之间的动态关系转变为了正相关关系，而与原油市场的负相关关系得到了一定的增强。

基于本文结论，可以发现碳市场与其他市场之间的溢出关系并非是一成不变的，如贸易战等事件的爆发会对国内碳市场造成一定的冲击。故本文提出以下建议：(1)加强对碳市场的监测与预防，推进碳衍生产品的创新，发挥其价格发现和规避风险的作用；(2)加强全国各试点碳市场

之间的联动，加快交易机制的统一，早日推进全国性碳市场的建立，进而有助于风险的管理和消化；(3)当下焦煤、原油市场与碳市场之间的动态相关关系更为紧密，可见政府应当鼓励企业更多选择清洁能源，推动我国碳市场节能减排作用得以更好发挥，以早日实现“碳中和”的目标。

参 考 文 献

[1] 陈晓红, 胡维, 王陟昀. 自愿减排碳交易市场价格影响因素实证研究——以美国芝加哥气候交易所(CCX)为例 [J]. 中国管理科学, 2013, 21 (4): 74~81.

[2] Hammoudeh S, Nguyen D K, Sousa R M. What Explain the Short-Term Dynamics of the Prices of CO₂ Emissions? [J]. Energy Economics, 2014, 46: 122~135.

[3] 郭文军. 中国区域碳排放权价格影响因素的研究——基于自适应Lasso方法 [J]. 中国人口资源与环境, 2015, 25 (S1): 305~310.

[4] Koch N, Fuss S, Grosjean G, et al. Causes of the EU ETS Price Drop: Recession, CDM, Renewable Policies or a Bit of Everything?—New Evidence [J]. Energy Policy, 2014, 73 (13): 676~685.

[5] Alberola E, Chevalliver J, Cheze B. Emissions Compliances and Carbon Prices Under the EU ETS: A Country Specific Analysis of Industrial Sectors [J]. Journal of Policy Modeling, 2009, (31): 446~462.

[6] 罗智霞. 碳排放权交易定价研究综述 [J]. 技术经济与管理研究, 2014, (10): 77~81.

[7] 周天芸, 许锐翔. 中国碳排放权交易价格的形成及其波动特征——基于深圳碳排放权交易所的数据 [J]. 金融发展研究, 2016, (1): 16~25.

- [8] 高清霞, 李昉. 我国碳交易市场与化石能源市场间的动态相关性研究——基于DCC-(BV)GARCH模型的检验 [J]. 环境与可持续发展, 2016, 41 (5): 25~29.
- [9] 辛姜, 赵春艳. 中国碳排放权交易市场波动性分析——基于MS-VAR模型 [J]. 软科学, 2018, 32 (11): 134~137.
- [10] Dhamija A K, Yadav S S, Jain P K. Volatility Spillover of Energy Markets Into EUA Markets Under EU ETS: A Multi-phase Study [J]. Environmental Economics and Policy Studies, 2018, 20 (3): 561~591.
- [11] Lutz B J, Pigorsch U, Rotfu W. Nonlinearity in Cap-and-Trade Systems: The EUA Price and Its Fundamentals [J]. Energy Economics, 2013, (40): 222~232.
- [12] 吴振信, 万焯磊, 王书平. 碳交易市场、原油市场和股票市场的联动关系——基于结构突变检验和VAR模型的实证研究 [J]. 系统工程, 2015, 33 (3): 25~31.
- [13] 王倩, 高翠云. 中国试点碳市场间的溢出效应研究——基于六元VAR-GARCH-BEKK模型与社会网络分析法 [J]. 武汉大学学报(哲学社会科学版), 2016, 69 (6): 57~67.
- [14] 李可隆, 谢赤. 欧盟与湖北碳交易市场的互相关性——基于MF-X-DMA的研究 [J]. 中南财经政法大学学报, 2020, (1): 114~126.
- [15] Creti A, Jouvet P, Mignon V. Carbon Price Drivers: Phase I Versus Phase II Equilibrium? [J]. Energy Economics, 2012, 34 (1): 327~334.
- [16] 张晨, 刘宇佳. 基于DGC-MSV-t模型的欧盟碳市场信息流动研究 [J]. 软科学, 2017, 31 (2): 130~135.
- [17] Lemieux Thomas, Lee David. Regression Discontinuity Design in Economics [J]. Journal of Economic Literature, 2010, 48: 281~355.

Research on Spillover Effects of Carbon Market and Energy Market Under the Background of Trade War

Liu Jianhe Wen Congle Liang Jiali

(School of Finance, Zhejiang University of Finance and Economics, Hangzhou 310018, China)

[Abstract] The outbreak of the Sino-US trade war in 2018 had a strong impact on both the Sino-US carbon market and the energy market. In order to explore the impact of the Sino-US trade war on China's carbon market, this paper uses a breakpoint regression model and finds that the carbon market price has a fault before and after the Sino-US trade war. Secondly, VAR and variance decomposition are applied to study which energy market has the greatest impact on the carbon market before and after the trade war. Finally, through the DCC-GARCH model, this paper studies the changes in the spillover relationship between the Chinese carbon market and energy market before and after the Sino-US trade war, and finds that the dynamic correlation between different markets has changed. Based on the background of the Sino-US trade war, this paper explores the impact of the trade war on China's carbon market and traditional energy market, which has important practical significance from the perspective of carbon risk management and mitigation of climate deterioration.

[Key words] carbon market; Sino-US trade war; energy market; spillover effect; energy conservation; carbon risk management

[Jel classification] Q43; G15

(责任编辑: 张舒逸)