

# 碳期货价格波动、相关性及启示研究

## ——以欧盟碳期货市场为例

黄杰

(山西财经大学 经济学院,山西 太原 030006)

**摘要:**控制碳排放量是解决全球气候逐步恶劣的关键性问题之一,欧盟碳市场是全球最大、最成熟的碳排放市场,其期货价格波动和期货价格间的相关性已经显现出一定规律。以欧盟碳排放交易体系为例,选取欧盟排放配额(EUA)和核证减排量(CER)期货结算价作为分析数据,建立GARCH模型并运用拨靴滚动方法,对EUA和CER的价格波动及其关联度进行实证研究。结果表明,碳期货合约的收益率序列普遍存在很强的波动性集群性,在一些时段存在着因果关系等特征,进而得出我国未来建立碳期货市场的对策建议。

**关键词:**碳期货;价格波动;关联度;欧盟碳市场

**中图分类号:**F832.3

**文献标识码:**A

**文章编号:**1004-972X(2020)05-0063-08

**DOI:**10.16011/j.cnki.jjw.2020.05.012

2005年,碳排放权配额的现货交易由Blue-Next交易所首次推出,自此,碳期货交易量和交易额一直保持快速增长的趋势。受到《京都协议书》等碳交易机制的影响,能源企业对碳排放配额的供给量和需求量不断增加,进一步推动了碳期货和碳现货交易量的不断扩大,美国和印度的交易所以此为基础也相继推出了碳期货产品。我国碳市场交易试点自2013年建立以来,减排成本有所降低,全社会的能源转型速度加快,推动了我国经济和能源环境的可持续发展。因此完善碳交易工具,发展多元化的碳交易市场在我国就显得非常迫切。

作为全球最大的碳排放国,我国于2017年12月正式推动碳排放权交易市场的建设,这意味着以碳排放权及其衍生品为主的金融市场开始进行交易。碳衍生品市场作为碳排放权现货交易市场的最好补充,可以降低碳排放权交易过程中企业的交易风险,实现套期保值。碳期货由于其标准化、集中化交易的特点,成为衍生品市场交易规模最大、发展最快的碳衍生品。碳期货市场与传统金融期货交易类似,进行碳排放交易的双方在此平台上能更方便比对期货价格和现货价格之间的差别,进而调整各自的期货合约和现货合约,利用双向交

易机制来减弱现货价格的风险,否则当企业的碳现货价格波动幅度较大时,会因没有在衍生品市场锁定风险,给企业带来较大损失。我国也正在逐步完善碳交易市场,建立碳衍生品市场也是未来的目标之一。基于此,研究欧盟碳期货价格的波动及相关性就具有重要的理论与实践意义。

### 一、文献综述

碳排放交易逐渐发展成为一种有效的节能减排方式,国内外学者对国际碳期货价格也进行了较多的理论和实证研究。具体来看,分为两个方面:一是通过分析市场价格之间是否具有联动性,试图寻找影响碳期货价格的因素;二是通过对碳期货的价格、收益率等方面的研究来探索碳期货市场的波动性。

#### (一)碳期货价格影响因素研究

Kumar等<sup>[1]</sup>选用了三种新能源股票指数分析了新能源股票价格、油价与碳期货价格之间的联动关系,研究发现油价与科技股价格分别对新能源企业的股价有显著影响,然而数据结果未能表明碳期货价格与新能源股票价格之间有明显关联。Reboredo<sup>[2]</sup>采用Copula模型分析2000-2010年石油价格和汇率之间的联动性,进一步研究欧盟排放配额与石

**收稿日期:**2020-01-20

**基金项目:**教育部人文社会科学研究青年基金项目(18YJC790020);山西省高等学校人文社会科学重点研究基地项目(201801025)

**作者简介:**黄杰,山西财经大学经济学院博士研究生,研究方向:经济发展理论与政策。

油市场的依赖程度,相关分析表明碳金融市场的发展会对能源金融市场产生积极影响,这对石油输出国的财政政策管理条款的制定有重要参考意义。Song等<sup>[3]</sup>运用Logit回归模型分析政策变化对中国7个排放交易试点碳期货价格的影响,进而量化这些政策的有效性,结果表明,在短期内新政策会迅速影响碳期货价格,需求冲击促进了碳期货价格的正向波动。

张秋莉等<sup>[4]</sup>基于DCC-MVGARCH模型对国际能源期货市场和碳期货市场的动态依存关系进行分析,并根据其相关系数对套期保值比率进行测算。刘纪显等<sup>[5]</sup>采用VAR模型,研究碳配额紧缩政策对碳衍生市场能源股价的间接影响,即碳期货价格对于能源密集型企业的影响,实证结果表明碳期货价格上涨时会使投资者产生两种相反的预期,且能源市场的成本也会增加,因此其价格上涨对能源股价的影响不显著,即碳配额政策影响远远低于人们的预期,而能源股价的变动对碳期货价格产生显著地正向影响,这对我国制定碳配额政策有着重要意义。艾明等<sup>[6]</sup>综合运用多种时序模型,以2010-2016年欧盟碳排放交易体系碳期货价格为样本,对欧盟碳期货价格与其他商品价格之间是否存在联动效应进行了检验。

## (二)碳期货价格波动性研究

Benz和Truck<sup>[7]</sup>采用AR-GARCH与马尔科夫机制转换模型模拟不同阶段下碳现货价格波动行为,进而研究碳现货价格的收益率在不同冲击下的结果。Daskalakis等<sup>[8]</sup>考察了欧盟碳排放交易体系下三个主要市场交易所之间碳现货价格的关系,实证表明碳现货价格更近似于跳跃增加的几何布朗运动,并表明在不同阶段之间储存排放配额不仅会使碳期货定价更复杂,还会对市场的流动性和有效性产生负面影响。

张跃军和魏一鸣<sup>[9]</sup>基于均值回归理论、GED-GARCH模型研究欧盟碳排放交易体系实施两个阶段下碳期货合约价格波动特性,研究表明碳市场价格的变动和收益均不服从均值回归规律,发散性较为明显,即对国际碳市场的价格和收益变化的预测较为困难,投资者进行投资规划时的不确定性较大。凤振华和魏一鸣<sup>[10]</sup>基于CAPM模型和Zipf方法分析欧盟碳排放交易体系的运营风险以及投资者的预期收益对碳现货价格的影响。李强林和邹绍辉<sup>[11]</sup>构建了ARFIMA-EGARCH联合模型,使用

2013-2017年EUA日度数据,从平稳性以及杠杆性两方面研究了国际碳期货价格特征。

综上,欧盟碳排放交易体系已经成为国内外碳期货的主要研究对象。然而,已有文献甚少将欧盟碳排放配额与核证减排量纳入到同一框架下进行比较分析,并考察两种价格之间是否具有关联。本文将探寻欧盟排放配额与核证减排量价格间是否存在动态关系,建立GARCH模型并运用拔靴滚动方法,对欧盟排放配额和核证减排量的价格波动以及其关联度予以实证研究。

## 二、欧盟碳期货市场发展现状

目前,欧盟排放交易体系(EU ETS)主要由碳配额市场和碳项目市场两部分组成。碳配额市场以欧盟碳排放交易体系(EU ETS)为主,交易产品为欧盟排放配额(EUA),碳项目市场以清洁发展机制(CDM)为主,其交易产品是核证减排量(CER)。因此,本文将运用EUA和CER来分析碳期货产品,以期能综合反映出欧盟碳期货市场的整体情况。

图1列出了从2005年到2015年EUA与CER期货合约的成交量,两个市场推出EUA与CER产品的时间起点不一致,因此图1中EUA期货合约的成交量为2005年至2015年,CER期货合约的成交量为2009年至2015年。

从图1可以看出,EUA期货合约自2005推出以来,发展到2015年成交量增加了11倍多,基本上维持在高位水平。CER期货合约成交量自2009年开始到2011年处于上升阶段,由于产能过剩致使2012年开始一路下跌,2012年以前产生的大量CER减排信用也在其中。以0.07欧元/吨的市场价格进行交易,低于开发成本,导致大批CDM项目被停滞核查。同时欧洲对CER实施限制政策,进一步使2012年以前产生的CER贬值。

## 三、碳期货市场收益率波动特征分析

所谓碳期货市场收益率的波动性特征,是指碳市场上碳期货价格的涨跌幅度、峰值、碳期货收益率的概率分布以及价格特征背后反映出的整个碳期货市场收益风险。研究碳市场收益率的波动性特征有助于分析市场价格是否均衡,以便对未来的价格发展走势进行合理的预测,同时,波动在某种程度上可以反映出市场的风险状况。由于EU ETS推出EUA的时间更早,因此,这里将运用EUA期货合约的收益率进行波动性分析。

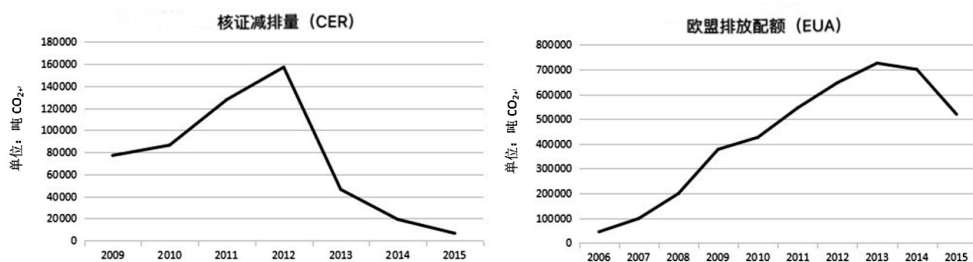


图 1 EUA、CER 期货合约成交量

### (一)数据选取及描述性统计

本文的数据来源于洲际交易所,因为欧盟碳排放配额与核证减排量情况类似,所以在研究碳期货收益率波动性特征分析时,以欧盟碳排放配额的期货合约作为研究对象,同时,考虑2005年是EU ETS推出EUA合约的第一年,数据平稳性可能较差,因此选择2006–2016年的13个EUA期货合约的日度数据作为分析样本,合约到期日及时间区间如表1所示。

表 1 EUA 碳期货合约样本

到期日	时间区间	到期日	时间区间
Dec06	2006-01-09 至 2006-12-18	Dec13	2009-09-29 至 2013-12-16
Dec07	2006-04-18 至 2007-12-17	Dec14	2010-09-28 至 2014-12-15
Dec08	2006-06-20 至 2008-12-15	Dec15	2011-11-29 至 2015-12-19
Dec09	2006-11-28 至 2009-12-14	Dec16	2012-11-27 至 2016-06-23
Dec10	2007-11-27 至 2010-12-20	Dec17	2013-11-26 至 2016-06-23
Dec11	2008-04-01 至 2011-12-19	Dec18	2014-11-25 至 2016-06-23
Dec12	2008-06-13 至 2012-12-17		

表2是对这13个EUA期货合约的描述性统计结果。从中可得,Dec07的均值最小,标准差最大,为14.50,说明样本期内,该期货品种的风险最大;这13个期货合约的偏度都为零,峰度都大于3,且Dec07、Dec12、Dec18有较长的右拖尾,其余期货品种有较长的左拖尾,说明碳期货合约收益率序列具

有典型的尖峰、厚尾特征,且J-B统计量足够大,样本期内碳期货收益率不服从正态分布。

表 2 碳期货品种收益率统计值

碳期货 (EUA)	观测 值	最小值 (%)	最大值 (%)	均值 (%)	标准 差 (%)	偏度 (%)	峰度	J-B 统计量
Dec06	245	-30.72	28.05	-0.51	5.29	-47.76	16.93	1989.40
Dec07	434	-138.63	138.63	-1.70	14.50	7.41	41.32	26553.19
Dec08	645	-9.96	9.30	-0.05	2.30	-30.23	48.62	39725.11
Dec09	794	-11.61	11.58	-0.03	2.55	-17.74	5.46	203.82
Dec10	799	-11.46	10.27	-0.07	2.31	-27.91	6.31	374.12
Dec11	970	-10.15	11.39	-0.13	2.28	-24.97	6.34	461.40
Dec12	1177	-11.84	19.40	-0.13	2.44	25.87	8.59	1545.06
Dec13	1100	-31.30	19.99	-0.11	3.04	-85.05	20.47	14107.79
Dec14	1100	-34.57	23.37	-0.09	3.22	-80.65	21.38	15591.24
Dec15	1055	-35.39	17.62	-0.02	3.11	-130.26	22.76	17445.68
Dec16	933	-33.87	29.47	-0.04	3.45	-37.79	27.34	23026.8
Dec17	673	-12.76	17.72	0.01	2.38	11.09	10.93	1759.99
Dec18	412	-7.46	10.03	-0.07	2.04	13.16	5.99	155.65

### (二)价格走势分析与波动性检验

由于期货合约种类较多,这里选择Dec07、Dec09、Dec16作为序列分析对象。这3个阶段的实际价格走势及收益率波动如图2及图3所示。

图2反映了碳期货价格走势的不确定性。2007年底,Dec07即EUA07碳期货价格已经下跌接近于零,较之金融危机爆发前期需求量萎缩的现状,这一时期碳排放权交易因碳配额分配不合理造



图 2 Dec07、Dec12、Dec16 实际价格走势



成较为严重的供过于求现象。2008年受全球金融危机爆发的影响,Dec12即EUA12碳期货合约价格出现了剧烈下跌,也反映出期货价格领先于现货价格的特点。2009年开始,碳配额分配制度的修正使分配不合理的现象得到明显改善。碳交易市场上的供求状况较为合理,但后期碳期货价格整体仍处于下跌趋势,市场对碳现货价格走势仍然不看好。这一现象一方面反映了金融危机对工业生产活动的负面影响,工业生产受到限制,市场上对碳排放权的购买需求减少,另一方面也间接说明碳排放市场效应机制仍有待进一步完善。Dec16即EUA16显示,受全球经济回暖的影响以及碳排放权市场交易机制的逐步完善,从2013年开始碳期货合约价格整体呈上升趋势,并且在2013-2015年上升趋势更为明显。

图3反映了Dec07、Dec12、Dec16的收益率波动情况。波动性可以反映市场风险程度。Dec07中2007年第四季度波动性明显,这与图2中的价格走势具有一致性,说明在EU ETS的第一阶段,欧盟委

员会分配的碳配额总量产生了供过于求的现象,最终导致碳期货价格出现较大波动。与此同时,第二阶段不能再使用第一阶段剩余的碳期货配额,市场交易者对碳期货的预期价格普遍低迷,进一步使欧盟排放配额的市值价值下跌。Dec12在图3中波动集聚效应强烈,方差变化幅度大,波动性最为强烈。在2008-2009年中,受美国金融危机的影响,EUA期货价格受到剧烈冲击迅速下跌。在2010年,欧盟委员会出台“欧盟2020战略”逐步摆脱了金融危机的影响,使碳配额的交易制度得到有效调整,EUA期货价格逐渐趋于平稳。但这种相对平稳的局面再次被2011年欧债危机所打破。到EU ETS的第二阶段结束时,碳期货价格仍然呈现下跌趋势。Dec16表明在第三阶段,在欧盟委员会提出建立市场稳定储备机制(MSR)来解决配额过剩及欧盟企业减排节能的相关意识逐渐增强的前提下,在2015年,期货的相对价格趋于稳定,可以看出,碳期货价格的收益率随着时间段的不同呈现出不同的波动状态,表明了碳交易市场的一大特点——各个

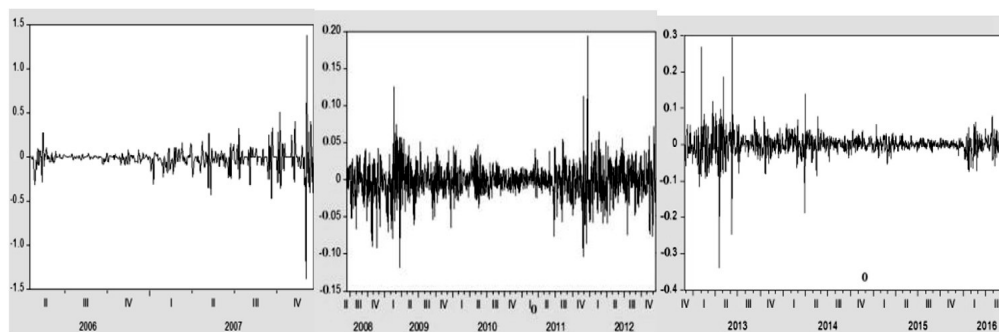


图3 Dec07、Dec12、Dec16收益率波动

期货合约的收益率序列在一定条件下存在着很强的波动性集群特征。

### (三) 平稳性及ARCH效应检验

因为碳期货收益率存在聚类现象,因此,这里将使用GARCH类模型进行建模。在建模之前需要对数据进行平稳性分析和ARCH效应检验。检验结果如表3所示。

表3 平稳性与ARCH效应检验

碳期货品种 (EUA)	平稳性检验(ADF)		ARCH-LM 检验	
	t值	P值	F统计量	T×R <sup>2</sup>
Dec07	-19.61896	0.00000	68.65510	59.47799
Dec12	-29.19043	0.00000	48.81992	46.94915
Dec16	-24.64696	0.00000	69.05949	64.41474

分析表3结果可得,碳期货收益率是平稳序

列,并且都通过了ARCH效应检验,因此可用GARCH类模型对碳期货合约的波动性进行分析。

### (四) 碳期货收益率进行GARCH模型拟合

本文先采用GARCH模型分别对Dec07、Dec12、Dec16碳期货收益率的波动集聚性建模。根据GARCH模型的系数要求和模型整体的AIC值最小准则,在比较GARCH(1,1)、GARCH(1,2)、GARCH(2,1)和GARCH(2,2)模型后,选择GARCH(1,1)模型对Dec07、Dec12、Dec16碳期货收益率进行建模。进一步检验发现,Dec07、Dec12、Dec16的收益率分布存在着不对称的现象。本文通过比较假定模型的残差服从不同的分布即正态分布、t分布、GED分布,根据显著性水平和比较AIC值,得出在模型残差服从正态分布的情况下,GARCH(1,1)以

及TGARCH(1,1)模型拟合最好。结果如表4、表5所示。

表4 碳期货收益率的GARCH模型参数估计

期货品种(EUA)	Dec07	Dec12	Dec16
GARCH (1,1)	均值方程		
	AR(1)	-0.964668 (0.0000)	-0.381929 (0.0004)
	MA(1)	0.980669 (0.0000)	0.195646 (0.0023)
	方差方程		
	常数项	0.000082 (0.0002)	0.0000051 (0.0016)
	ARCH项	0.347982 (0.0000)	0.113482 (0.0000)
	GARCH项	0.766735 (0.0000)	0.807753 (0.0000)
	AIC	-2.040752	-4.904319

表5 碳期货收益率的TGARCH模型参数估计

期货品种(EUA)	Dec07	Dec12	Dec16
TGARCH(1,1)	均值方程		
	AR(1)	-0.965694 (0.0000)	-0.383878 (0.0009)
	MA(1)	0.979070 (0.0000)	0.192906 (0.0000)
	方差方程		
	常数项	0.000081 (0.0000)	0.000008 (0.0001)
	ARCH项	0.072585 (0.0013)	0.063481 (0.0002)
	GARCH项	0.789396 (0.0000)	0.879293 (0.0000)
	杠杆效应系数	0.395089 (0.0000)	0.098558 (0.0000)
	AIC	-2.097934	-4.9149

通过对Dec07、Dec12、Dec16建立GARCH(1,1)和TGARCH(1,1)模型,可以得出以下结论:

(1)模型参数在5%的显著性水平下都是显著的。在TARCH模型,Dec07、Dec12、Dec16的杠杆系数都为正,且都具有显著性。这说明碳市场的收益率的波动具有显著的不对称性。这与前面从碳期货收益率波动中观察到的收益率具有不对称性的结论是一致的。虽然GARCH(1,1)的AIC值比TARCH(1,1)的小,但考虑到不对称的情况,GARCH(1,1)模型估计不太合理。因此,TGARCH模型的拟合效果更好。本文后面涉及的参数分析都是参考TGARCH模型估计出的参数。

(2)在TGARCH模型中,Dec07、Dec12、Dec16的杠杆系数都为正,且都具有显著性,结果表明碳市场收益率的波动具有显著的不对称性。相比较而言,碳期货价格下跌会使消费者预期更加消极,进而对价格收益率的波动产生更加显著的影响。Dec07、Dec12、Dec16的杠杆系数分别为0.395089、

0.098558和0.088256。其中Dec07的最大,并且其杠杆系数呈现出下降的趋势,这表明在碳市场机制实施的第一阶段,碳市场收益率波动呈现出的不对称性最为明显,但随着市场不断完善,碳市场收益率波动的不对称性也在逐渐改善。

(3)在GARCH类模型中,ARCH项系数与GARCH项系数的和描述了碳期货价格收益率受到持续冲击后的衰减速度,该数值越靠近1表明衰减速度越慢。表5的结果表明,在5%的显著性水平下,方差方程中ARCH项和GARCH项都是显著的。并且Dec07、Dec12、Dec16碳期货收益率的这两项系数之和分别为0.861981、0.942274和0.991939。说明碳期货价格收益率波动在第一阶段、第二阶段和2013-2016年的衰减速度越来越慢。

(4)GARCH系数表示当期方差的冲击对下一期仍然存在影响的部分。Dec07、Dec12、Dec16的GARCH系数分别为0.789396、0.879293和0.816373,说明各个期货合约的收益率的当前方差冲击为78.9396%、87.9293%和81.6373%。可以看出第二阶段的冲击衰减速度最为缓慢,第三阶段的冲击衰减速度比第二阶段的快。这一信息对市场投资者极具价值。

#### 四、EUA与CER的动态相关性检验

在欧盟碳排放权交易市场活动中,按照一定的标准分配欧盟排放配额(EUA)和允许交易实体在一定范围内使用核证减排量(CER)同时进行。因此,EUA与CER具有如下换算标准:1单位EUA=1单位CER,两者具有替代性,在实际中,企业可以选择购买CER或者EUA。EUA与CER在一定程度上具有等价替代性,从而使EUA期货市场与CER期货市场具有一定的联动效应。从理论分析,两者的价格走势具有一致性,同时存在长期均衡关系。另外,CER期货是以碳排放交易现货为标的,而CDM项目的签发量会影响CER现货的供给,从而影响CER期货的价格。同时,其他因素对EUA和CER期货价格都有影响。例如,在能源行业中,含碳燃料的相对价格与二氧化碳的最终排放量存在负相关关系,碳排放权的需求最终会受到影响;天气的变化会对电力的需求有一定的影响,从而间接影响碳排放交易权的价格;投机的存在会提高投资者对未来的预期,在短期内影响碳期货价格。经济发展水平最终通过对能源需求量的改变来影响碳排放

交易权的价格,而科技水平的进步将在技术层面上提高能源的利用效率,从而改变对碳排放权的需求。因此,从长期来看,经济发展水平以及技术水平会影响EUA以及CER的价格,两者也可能具有联动效应。

本文通过实证来分析EUA与CER期货市场之间的关联度,从而检验EUA和CER的动态价格关系。

#### (一)数据选取

由于CER品种在2008年推出,因此,在对碳期货EUA与CER的关联度进行实证分析时选择了2008年3月到2016年8月的月度数据。并将原始数据处理为对数收益率的形式。

#### (二)平稳性检验

为了研究欧盟碳期货EUA与CER两种期货品种的动态关系,本文首先对EUA和CER收益率数据进行了平稳性检验,EUA收益率记为 $REUA$ ,CER收益率记为 $RCER$ ,具体结果如表6所示。

表6 平稳性检验

ADF 检验	t 统计量	P 值
$REUA$	-7.394758	0.0000
$RCER$	-6.005429	0.0000

结果显示, $REUA$ 与 $RCER$ 的序列具有平稳性。

#### (三)参数稳定性检验

本文利用全样本数据构建二元VAR模型,按照SIC准则判断出最优滞后阶数为1阶。对 $RCER$ 和 $REUA$ 进行格兰杰因果检验,原假设“ $RCER$ 不是 $REUA$ 的格兰杰因果关系”在1%显著性水平遭到拒绝,但无法拒绝“ $REUA$ 不是 $RCER$ 的格兰杰因果关系”的原假设。即 $RCER$ 对 $REUA$ 存在影响,但 $REUA$ 对 $RCER$ 不存在影响。

全样本格兰杰因果检验结果的稳健性取决于VAR模型的参数稳定性,若参数不稳定则检验结果将变得无效。然而, $REUA$ 和 $RCER$ 可能存在的结构性变化会导致VAR模型参数不稳定,近而使得上述VAR模型结果随样本区间的变化而变化。因此,有必要对参数的稳定性进行检验,以此来判断是否存在结构性变化以及上述格兰杰结果是否存在偏误。本文分别进行了短期参数稳定性检验与长期稳定性检验,检验结果表明, $REUA$ 和 $RCER$ 参数短期内是稳定的,而长期是不稳定的,这一结果验证了 $REUA$ 与 $RCER$ 间相互影响存在结构性变化。上述结果表明该格兰杰因果检验违背了前提假设,因此,该检验结果无法真实反映 $REUA$ 和 $RC-$

$ER$ 间潜在的因果联系。

#### (四)滚动窗口检验

参数稳定性检验结果表明, $REUA$ 和 $RCER$ 之间存在结构性变化关系。本文使用滚动窗口技术对 $REUA$ 和 $RCER$ 两者间的关系作进一步研究。

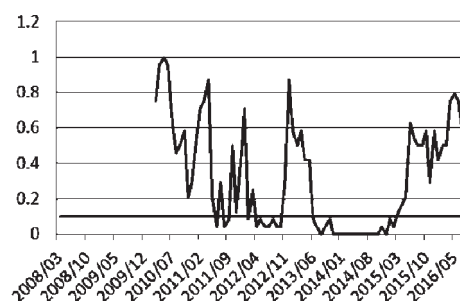


图4  $RCER$ 非 $REUA$ 的格兰杰原因

图4报告的是滚动窗口检验Bootstrap的P值。其原假设为 $RCER$ 不是 $REUA$ 的格兰杰因果关系。从结果可得,2011年6月、8月、9月,2012年2月、2012年2月至2012年10月,2013年6月至2015年2月的P值小于0.01,即在这些时间段内子样本中 $RCER$ 对 $REUA$ 存在影响。同样,图5中的2011年5月、2012年1月至2012年7月、2012年12月、2013年3月至2013年4月、2015年9月期间内P值小于0.01,即在这些期间子样本中 $REUA$ 对 $RCER$ 存在影响。

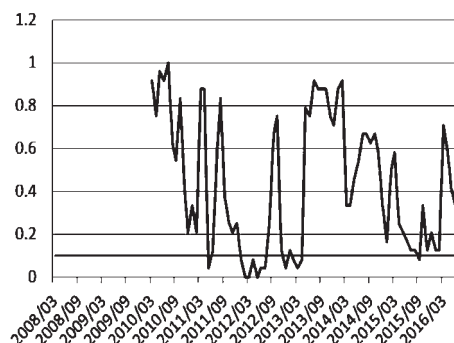


图5  $REUA$ 非 $RCER$ 的格兰杰原因

比较上述结果,可以发现仅在2012年2月, $REUA$ 与 $RCER$ 碳期货价格存在双向关系。但就总体而言, $REUA$ 对 $RCER$ 的影响要弱于 $RCER$ 对 $REUA$ 的影响,从而可以看出 $RCER$ 对 $REUA$ 在价格上具有引导作用。

为进一步研究EUA和CER之间的影响方向和影响程度,图6和图7分别对 $RCER$ 对 $REUA$ 的滚动影响系数和 $REUA$ 对 $RCER$ 的滚动影响系数进行作图。由于本文研究所用的滚动窗口为24个月,因此作图起始期为2010年3月。



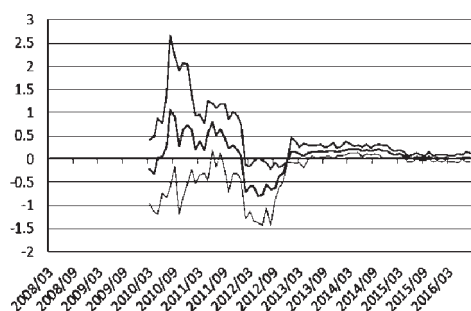


图6 RCER对REUA的影响程度

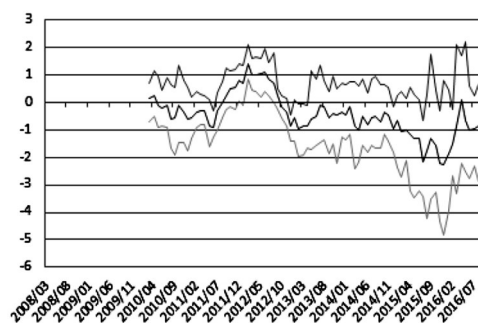


图7 REUA对RCER的影响程度

图6显示,除2010年3月、4月,2012年2月至2012年12月RCER对REUA有负向影响外,其他期间RCER对REUA存在正向影响,在RCER与REUA存在显著正相关的期间内,2010年5月到2012年1月RCER对REUA的正向影响比较大,而在2012年12月至2016年3月RCER对REUA的正向影响程度非常低,在零附近波动。出现这种现象的原因可能是由于2012年12月份,供应严重过剩、大批CDM项目停滞核查以及欧洲对CERs的限制政策使得CER价格暴跌遭到了市场的抛弃。

从图7中可以看出REUA对RCER在大部分期间都呈现出负向影响。在2010年3月、2010年4月,2012年2月至2012年12月REUA对RCER呈现正向影响。这可能是因为此时的CER期货市场处于运行初期,并没有出现大幅度的价格波动,人们将CER作为EUA的近似替代物,即当REUA价格上升时,企业可以选择购买RCER,从而使得RCER期货价格上升,因此REUA对RCER有正向影响。在2012年12月之后,REUA对RCER呈现出负向影响,与图6中RCER对REUA的影响程度几乎为零是有差异的,由于CER期货市场和EUA期货市场具有等价替代性,但因2012年12月份之后CER市场几乎崩溃,其并没有起到EUA替代物的作用,当EUA价格上升的时候,投资者对EUA的预期更好,就更愿意购买EUA期货产品而不是CER,在这种情况下

下CER价格下降也就容易得到解释,因此出现了REUA对RCER具有负向影响的情况。

### 五、对中国构建碳期货市场的启示

自2013年6月深圳碳排放交易试点开市以来,由于针对碳交易的工具如期货等套期保值工具的缺乏,投资者对碳市场的活力不足,造成碳现货市场在很长一段时期内交易偏少,碳交易市场变成了一个纯粹的“履约市场”。同时,企业对碳现货市场价格指数等信息掌握不够全面,不利于判断碳价走势,参与交易的积极性也就不高。因此,建立碳衍生品市场,尤其是期货市场,对于完善我国碳交易市场体系,增强交易者参与碳市场的活跃性,提高碳交易市场的流动性就显得异常重要。基于前文的研究结果,对我国建立以碳期货市场为代表的碳衍生品市场提出如下建议:

第一,制定合理的碳配额分配制度。由于碳市场是一个新兴的市场,仍然有许多制度需要完善。政策的变化、宏观经济的影响以及人们对碳市场乐观或者悲观的预期都会影响碳市场甚至碳期货市场中供求的平衡,从而造成碳期货价格的波动。如果碳期货价格波动异常,这会加速市场中投资者的恐慌,势必会带来现货市场的动荡。通过对欧盟碳期货价格波动的原因分析可知,供求不均衡严重影响了碳期货市场的稳定性,甚至导致了EUA与CER碳期货市场濒临崩溃。例如,在2007年末期,EUA在市场上供过于求,其价格在第一阶段后期急剧下降,逐步接近0;2012年CER价格暴跌并遭到市场的抛弃等。可以看出,供求严重不均衡将会给碳市场的稳定带来巨大的影响。因此,政府以及行业协会可以参考我国现有的成熟的期货市场,制定与碳排放权现货市场相协调的、合理的制度来保证其供求相对稳定,也可以同步考虑发展碳期权品种,确保碳期货市场以及碳市场能够稳定健康发展。

第二,适度宏观调控,规避政策风险。从对欧盟碳期货价格波动的分析以及对EUA与CER的关联度分析可以得出,政策的不稳定性会引起碳期货价格的频繁波动,虽然CER可以作为EUA碳期货的替代物,但由于宏观政策的变动却使得CER市场在2012年11月之后大幅缩水并且对EUA碳期货市场的影响几乎为零。在世界范围内,欧盟推迟配额拍卖活动以及美国一直以来拒绝加入强制减排国家行列等政治性因素,也使投资者由于碳市场信

息的不确定而产生较为消极的市场预期。基于此,政府要广泛宣传,首先要加强各个排放主体对于节能减排这一义务的认识,充分明白减少碳排放对于整个企业、社会和国家的重要性,避免因利益冲突而造成的矛盾,同时要确保碳市场交易的顺利进行,维持交易者对碳市场的信心。此外,政府应发挥其宏观调控的作用,为碳市场建立稳定储备机制,对其关联市场进行风险防控,保持相关政策的连贯性和系统性。

第三,加强监管,完善立法。我国的碳排放权交易试点仍然存在一些问题,碳市场的发展逐步金融化,但其行政法规建设完善程度较低,虽然七个试点均出台了相关的碳排放管理制度,但由于碳排放交易市场仍处于试点试运营状态,法律法规的层级不高,对于出现违约情况的企业处罚力度较轻,对违约企业的威慑力较低,再加上一些试点企业并非自愿参与到碳排放活动中,甚至出现了“碳排放履约不如罚款”的实际情况。我国碳交易市场中的控排企业仅有几千家,较欧盟11500余家控排企业相比严重不足,且参与主体结构和市场供需关系方面也存在一系列问题。因此,在我国建立碳期货市场的同时,也应该加快解决法律缺失的问题,从立法上对相关企业的碳排放交易进行约束。

#### 参考文献

[1]KUMAR S,MANAGI S,MATSUDA A.Stock prices of clean energy firms,oil and carbon markets:A vector autoregressive

analysis[J]. Energy Economics,2012,34(1):215-226.

[2]REBOREDO J C.Modelling oil price and exchange rate co-movements[J].Journal of Policy Modeling,2012,34(3):419-440.

[3]SONG Y,LIU T,YE B,et al.Improving the liquidity of China's carbon market: Insight from the effect of carbon price transmission under the policy release[J]. Journal of Cleaner Production,2019(239):118049.

[4]张秋莉,杨超,门明.国际碳市场与能源市场动态相依关系研究与启示——基于DCC-MVGARCH模型[J].经济评论,2012(5):112-122+160.

[5]刘纪显,张宗益,张印.碳期货与能源股价的关系及对我国的政策启示——以欧盟为例[J].经济学家,2013(4):43-55.

[6]艾明,王海林,文武康,等.欧盟碳期货价格影响因素分析[J].环境经济研究,2018,3(3):19-31.

[7]BENZ E,TRUCK S.Modeling the price dynamics of CO<sub>2</sub> emission allowances[J].Energy Economics,2009,31(1):4-15.

[8]DASKALAKIS G,PSYCHOYIOS D,MARKELLOS R N. Modeling CO<sub>2</sub> emission allowance prices and derivatives: Evidence from the European trading scheme[J].Journal of Banking & Finance,2009,33(7):1230-1241.

[9]张跃军,魏一鸣.国际碳期货价格的均值回归:基于EU ETS的实证分析[J].系统工程理论与实践,2011,31(2):214-220.

[10]凤振华,魏一鸣.欧盟碳市场系统风险和预期收益的实证研究[J].管理学报,2011,8(3):451-455.

[11]李强林,邹绍辉.国际碳期货价格波动特性研究[J].会计之友,2019(4):44-48.

## Research on Price Fluctuation, Correlation and Enlightenment of Carbon Futures: Taking the EU Carbon Futures Market as an Example

HUANG Jie

(School of Economics, Shanxi University of Finance and Economics, Taiyuan 030006, China)

**Abstract:**Controlling carbon emissions is one of the key issues to solve the worsening global climate. The EU carbon market is the world's largest and most mature carbon emission market, and the correlation between futures price volatility and futures price has shown certain rules. This paper takes the EU carbon emission trading system as an example, selects the futures settlement prices of EUA and Certified Emission Reduction (CER) from 2006 to 2016 as the analysis data, establishes the GARCH model and applies the bootstrap rolling method to carry out an empirical study on the price fluctuations and correlation between EUA and CER. The results show that the yield sequence of carbon futures contracts is generally characterized by strong volatility clustering, and there is a causal relationship between EUA and CER in some time periods, etc. Therefore, countermeasures and Suggestions for the establishment of carbon futures market in China are proposed.

**Key words:**carbon futures; price fluctuation; correlation; EU carbon market

(责任编辑:岳婷婷)