

DOI:10.13395/j.cnki.issn.1009-0061.2024.07.025

# 欧盟碳交易市场的影响因素研究

杨舒

(江苏开放大学 商学院,江苏 南京 210036)

**摘要:**为探究欧盟碳交易市场的影响因素,本文选取2013年1月1日至2022年8月31日的欧盟碳排放配额(EUA)期货的日收益率为研究对象,通过协整检验及格兰杰因果检验对EUA期货及市场影响因素进行实证分析。实证结果显示:EUA期货价格与各影响因素之间存在长期均衡关系,煤炭价格与石油价格负向影响碳排放配额定价,天然气价格与股票指数正向影响碳排放配额定价。煤炭价格与EUA价格存在双向因果关系,石油价格与EUA价格存在单向因果关系。本文通过研究较为成熟的欧盟碳排放交易市场从优化能源结构、加快产业升级、稳定宏观经济和完善碳排放交易体系方面为中国新兴碳排放交易市场的发展提供建议。

**关键词:**欧盟碳排放市场;能源价格;协整检验;格兰杰因果检验

**中图分类号:**F75 **文献标志码:**A

## 一、相关研究文献评述

碳交易市场于21世纪开始发展,欧盟碳排放交易市场于2003年试运行,2005正式运行,相比中国碳交易市场的发展,欧洲碳市场的发展更健全。碳交易体系是基于企业生产中所排放的二氧化碳等温室气体定额定量为碳排放配额,将碳排放配额权作为商品进行买卖,赋予碳排放配额权的金融属性,碳交易市场是21世纪发展的新兴金融市场。

在化石能源对碳排放交易价格的影响方面,Gronwald等通过Coupla函数分析欧盟碳排放系统,实证发现欧盟碳排放权价与煤炭、天然气及电力之间存在显著的正相关结构,与能源指数存在关联<sup>(1)</sup>。赵静雯通过协整及格兰杰因果检验发现碳价与各类能源价格存在均衡关系,碳价与电价及天然气价格存在双向因果关系,与煤炭价格存在单向因果关系,说明电价、天然气价格及煤炭价格均对碳价存在影响<sup>(2)</sup>。Hammoudeh等通过分位数回归模型发现当碳价较高时,原油价格的上涨会造成碳价的下跌,不论碳价的高低,天然气价格与碳价均呈现为正向关系,煤炭价格均与碳价存在负向影响<sup>(3)</sup>。这一实证结果证明在碳市场过热时鼓励对石油和成品油加税,鼓励使用天然气及清洁能源的政策是合理

的。陈欣等以中国七个碳交易试点城市为研究范围,通过动态面板VAR模型得出中国煤炭及石油价格的上升会推动中国碳排放价格<sup>(4)</sup>。Chen等运用BEKK-GARCH模型探究欧盟碳市场与能源的动态关联,研究结果表明EUA价格与石油及天然气价格之间存在稳定正相关,表明欧盟碳市场与欧洲能源市场存在长期稳定的联系<sup>(5)</sup>。

在宏观经济对碳排放交易价格的影响方面,Chevallier过马尔可夫转换VAR模型发现该模型具有两种动态,能够再现“繁荣-萧条”的商业周期,可解释为工业生产在经济扩张(衰退)期间对碳市场产生正面的(负面的)影响,从而证实了宏观经济与碳排放权价之间存在联系<sup>(6)</sup>。朱帮助通过结构性断点检验欧盟地区碳排放权价,发现包括金融危机和欧债危机在内的重大宏观事件均使碳排放权价大幅下跌;通过岭回归分析发现在发生未料及的经济活动与重大突发事件时碳排放权价更容易出现下跌状况<sup>(7)</sup>。Jiménez选取欧盟五个国家的股票指数,运用协整检验及格兰杰因果检验得出欧洲股票市场和EUA价格为正向联系,表明欧洲地区宏观经济增长利于欧盟碳市场的发展<sup>(8)</sup>。

通过以上研究可以发现,碳市场的研究对象集

收改日期:2024-05-15

作者简介:杨舒(1996—),女,江苏南京人,硕士研究生,研究方向为能源经济。本文所有作者授权本刊,无偿同意中国知网等网络平台的数字化应用以及《新华文摘》《人大报刊复印资料》的转载和摘编,如有法律代理和第三方网络平台电子使用应征得本刊的同意。所有作者同意承担因重复率等引起的著作权侵权纠纷全部责任。

中在较为成熟的欧盟市场。通过构建不同模型,选择不同的指标来衡量能源市场及宏观指标,多数学者认为化石能源价格及宏观经济对碳市场交易价格存在一定影响。本文通过协整检验、格兰杰因果检验等方法对EUA期货的定价进行实证分析,结合实证结果为中国碳交易体系的建设及发展提供借鉴。

## 二、碳交易市场发展现状及影响因素分析

### (一)碳交易市场发展现状

1.碳排放交易市场。碳排放交易市场是将碳排放量作为标的物,对于碳排放配额进行买卖,可分为强制交易市场及自愿交易市场。对于强制交易市场,制定并控制了全球碳排放总量,再分配至不同的国家和地区,若一国的碳排放量低于配定额,则可卖出多余配额。若一国的配额量不足,则需向富余方购买。自愿交易市场是多方达成协议将碳排放配额量在内部精选主动调节,不需要进行买卖交易。碳排放交易市场在运行机制方面有基于配额的交易和基于项目的交易,基于配额的交易是通过市场化手段使各方以相对较低的成本来达到碳排放量不超出所控制的排放总量及配额。基于配额的交易是指买方通过传授新兴减排技术换取卖方的碳配额量,因此在此类交易中买方多为发达国家,卖方多为发展中国家。发达国家拥有较高的减排技术,相比之下发展中国家的排碳成本低,发达国家可通过技术资金支持帮助发展中国家提高排碳成本,从而换取相应的碳排放配额。目前基于配额的交易主要为欧盟碳排放交易体系、澳大利亚南威尔士洲温室气体减排机制、新西兰温室气体减排机制等,基于项目的交易主要为清洁发展机制、联合履约机制、自愿减排市场等。

2.欧盟碳排放交易体系。欧盟碳排放交易体系是目前全球交易量最大最具有代表性和示范作用的碳排放交易市场,从2005年1月1日正式成立以来,已进行到第四阶段。第一阶段为2005年至2007年,为实验阶段。该阶段碳排放总配额设定过于宽松,配额不能累积到下一期使用,导致碳价大幅下跌。第二阶段为2008年至2012年。该阶段适当的调整了配额总量,剩余配额可累计至后一期使用,碳价在短期内大幅上涨。但受金融危机等不可控因素影响,碳价在回升后再次大幅下跌。第三阶段为2013年至2020年。该阶段增加了行业的覆盖率,例如航空及石油化工等,并大力提高除电力行业外的允许拍卖配额比例。通过可拍卖形式增强碳配额的流动性,该阶段碳价较为稳定,碳市场更成

熟。第四阶段为2021年至2030年,目前已进入第四阶段。

### (二)碳排放交易市场价格影响因素的理论分析

1.化石能源价格。根据2021年《BP世界能源统计年鉴》可知,2020年欧盟地区能源消费结构中煤炭、石油及天然气三类化石能源消费量之和占比全年总消费量的71%。根据德国联邦环境局统计数据可知,各类化石能源含碳量不同,燃烧造成碳排放量也不同。其中煤炭含碳量最多,相较于石油高出约30%,相较于天然气高出约70%。化石能源燃烧释放温室气体,短期内化石能源价格波动影响碳排放配额价格,碳排放配额价格也对化石能源价格反应敏感。

2.宏观经济环境。碳排放配额作为稀缺性商品,总量固定缺乏供给,碳排放配额价格受到市场宏观环境影响。当宏观经济上行时,供给需求增加,企业增加生产,碳排放配额需求量上涨使碳排放配额价格上升。当宏观经济下行时,供给需求减少,企业减少生产,碳排放配额需求量减少使碳排放配额价格下降。

## 三、模型构建和实证分析

### (一)数据及模型

1.数据选取。本文的研究对象为EUA期货的第三阶段及之后,选取2013年1月1日至2022年8月31日的洲际交易所EUA期货、布伦特原油期货、鹿特丹港动力煤期货、纽交所天然气期货及欧洲斯托克50指数的每周5日的日数据,共2521个交易日,总计2521组交易数据。洲际交易所的EUA期货是全球交易最活跃的EUA期货,因此其期货价格是全球公认的碳配额权基本价格。伦敦布伦特原油是全球最主要的原油交易方式。鹿特丹港动力煤期货是欧洲地区煤炭交易的基准指标之一。纽交所天然气期货合约价格被广泛地作为天然气基准价格使用,极具代表性。市场指数,选取斯托克50指数,Keppler和Mabsanet用股票市场代表宏观经济发展<sup>①</sup>,本文选取的斯托克50指数是由欧盟中12国的50只超级蓝筹股组成,取其市场加权平均指数,可以反映出欧元区大型上市公司整体股票价格情况,各变量指标数据来源与符号如表1所示。

2.数据处理。因原始经济序列为不平稳序列,对所有序列进行对数差分处理后得到各序列的对数报酬率,表示各序列在t时期的超额回报率。本文实证分析建立在超额回报率上,所有实证结果均使用Eviews7.0完成。

3.模型。本文使用VAR模型观测各能源期货及

表 1 数据指标来源及符号

指标	符号	数据来源
欧盟碳排放配额期货	EUA	wind 资讯数据库
伦敦布伦特原油期货	Oil	wind 资讯数据库, 英为情财官网
鹿特丹港动力煤期货	Coal	wind 资讯数据库, 英为情财官网
纽交所天然气期货	Gas	wind 资讯数据库
欧洲斯托克 50 指数	Index	Euro Stroxx 官网

市场指数对 EUA 期货存在何种影响。VAR 模型多用于多元线性回归的时间序列, 可以观测一个变量对自身的冲击及其他变量对此冲击后给该变量带来的动能反映, 有  $n$  个变量的 VAR( $q$ )模型的表达式为:

$$y_t = \theta + \beta_1 y_{t-1} + \beta_2 y_{t-2} + \dots + \beta_q y_{t-q} + u_t, t=1, 2, 3 \dots T \quad (1)$$

其中,  $y_t$  表示  $n \cdot 1$  阶时间序列内生变量向量,  $\theta$  是  $n \cdot 1$  常数项向量,  $\beta_i, i=1, 2, \dots, t$  是  $n \cdot n$  阶的参数矩阵,  $q$  为变量滞后期数,  $y_{t-q}$  为滞后  $q$  期的  $n \cdot 1$ ,  $u_t$  是  $n \cdot 1$  服从白噪声过程的随机向量误差矩阵。

(二)实证分析

1.平稳性检验。AR 模型需建立在平稳的时间变量上, 对所有超额回报率序列进行 ADF 单位跟检验, 检验结果见表 2。在 1%、5%和 10%的显著水平下, 各序列的统计量  $t$  值均小于各显著水平统计量的临界值, 置信概率  $p$  值均小于 0.01, 表明各序列均为平稳的时间序列, 可以建立 VAR 模型(表 2)。

2.模型最优滞后期及模型稳定性检验。最优滞后期选择结果见表 3, FPE 准则及 AIC 准则支持滞后 2 期, SC 准则及 HQ 准则支持 0 期, 通过 LR 检验来确定模型最优期, LR 检验结果如下:

表 2 ADF 单位根检验

变量序列	统计量 $t$ 值	1%显著水平	5%显著水平	10%显著水平	$p$ 值	结论
REUA	-41.23325	-3.432752	-2.862487	-2.567319	0.0000	平稳
ROil	-49.61955	-3.432752	-2.862487	-2.567319	0.0001	平稳
RCoal	-22.24048	-3.432752	-2.862487	-2.567319	0.0000	平稳
RGas	-52.47202	-3.432752	-2.862487	-2.567319	0.0001	平稳
RIndex	-51.44431	-3.432752	-2.862487	-2.567319	0.0001	平稳

表 3 最优滞后期选择

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-28780.49	NA	6012.870	22.89104	22.90263*	22.89525*
1	-28733.08	94.58243	5906.691	22.87323	22.94277	22.89847
2	-28695.11	75.60266	5846.095*	22.86291*	22.99041	22.90919
3	-28678.66	32.69424	5885.974	22.86971	23.05516	22.93702
4	-28645.79	65.19768*	5849.243	22.86345	23.10685	22.95179
5	-28630.46	30.34442	5894.403	22.87114	23.17249	22.98051

注: \* 表示改指标准则下 5 期的最优滞后期。

最优滞后期选择结果见表 3, FPE 准则及 AIC 准则支持滞后 2 期, SC 准则及 HQ 准则支持 0 期, 通过 LR 检验来确定模型最优期, LR 检验结果如下:

H0:选择 VAR(0)模型

H1:选择 VAR(2)模型

$$\text{统计量: LR} = \text{dofc} * [\ln|\hat{\epsilon}_r| - \ln|\hat{\epsilon}_u|] \sim X^2(g^2(q_2 - q_1))$$

$$\text{dofc} = T - \text{Nue} \quad \text{Nue} = g * q_2 + 1$$

$$\text{dofc} = 2515 - (5 * 2 + 1) = 2504$$

$$\text{LR} = 2504 * [\ln|5950.664| - \ln|5576.7761|] = 162.489$$

$$\text{临界值: } g^2(q_2 - q_1) = 5^{2*}(2 - 0) = 50$$

$$X_{5\%}^2(50) = 67.5 \quad 162.489 > 67.5$$

因此拒绝原假设, 在 5%的显著水平下支持 VAR (2)模型(表 3、图 1)。

3.协整检验。由 ADF 检验可知, 所有时间序列均为一阶单整, 可以进行协整检验。协整检验结果由表 4 所示, 迹统计量  $79.086 > 69.818$ ,  $p$  值  $0.0076 < 0.05$ , 表明在 5%的显著水平下有且只存在一个协整关系, 协整关系方程式如下:

$$\ln \text{EUA} = -12.818 \ln \text{Coal} - 6.760 \ln \text{Oil} + 20.753 \ln \text{Gas} + 5.356 \ln \text{Index} \quad (2)$$

通过协整检验结果可知, 煤炭价格和石油价格与 EUA 价格为负相关, 与文献 Mabsanet 等结论一致<sup>(10)</sup>。在碳排放的主要生产中, 电力企业占了大比例, 煤炭及石油为电力企业主要的生产能源; 但对比于天然气等低碳排放能源, 两者属于高碳排放能源。因此, 当煤炭及石油价格上升时, 电力企业因还需保持发电量, 不仅会增加由于能源价格上升带来的成本, 还需加上超出规定碳排放配额量用来购买额外碳配额的

成本, 因此, 当两者价格上升时, 企业会寻求更低碳排放的能源来减少成本, 从而减少煤炭和石油的使用, 减少对碳配额量的需求, 市场上会有富裕的碳配额量, 带来 EUA 价格下降。

天然气价格和市场指数与 EUA 价格为正相关, 当天然气价格上升时, 即使电力企业所需购买的能源价格上升, 但不需要另外购买超额的碳排放量, 从长期来看有成本优势, 符合低碳排放的政策要求。加上技术更新全部使用新能源成本过高, 技术革新大, 因此企业会继续使用天然气

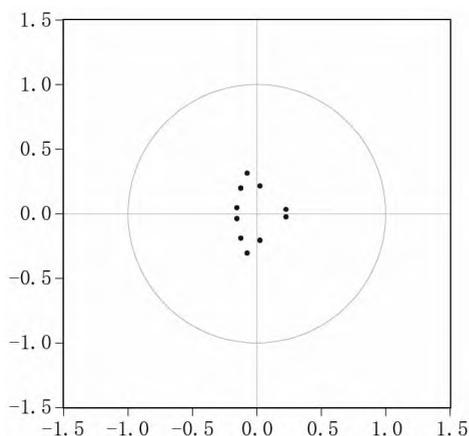


图 1 特征根检验图

表 4 协整检验结果

协整方程数	特征根	迹统计量	5%显著水平	p 值
None*	0.017141	79.08651	69.81889	0.0076
At most 1	0.009510	35.53504	47.85613	0.4201
At most 2	0.003003	11.46458	29.79707	0.9489
At most 3	0.001528	3.889332	15.49471	0.9123
At most 4	1.45E-05	0.036530	3.841466	0.8484

生产,会带来 EUA 价格上升,与 Chen 等的结论一致<sup>(5)</sup>。当经济繁荣时,由于社会需求量的增大,企业的生产量也会增大,生产量的增大会导致碳排放量的增加,企业需求更多的碳排放配额,从而带来 EUA 价格上升。当经济衰退时,由于社会需求量的减少,企业的生产量也随之减少,企业不需要过多的碳配额,社会资源闲置,从而带来 EUA 价格下降。

4. 格兰杰因果检验。为进一步确定各时间序列均衡关系的因果关系,对已建立的 VAR(2)模型进行格兰杰因果检验,检验结果如表 5 所示。煤炭价格与 EUA 价格是双向的格兰杰因果原因,表明煤炭价格与 EUA 价格相互影响,可解释为相比于其他能源种类,煤炭是造成碳排放量最严重的能源种类。石油价格与 EUA 价格之间存在单向格兰杰关系,说明石油价格的变动会影响 EUA 价格,但 EUA

表 5 格兰杰因果检验结果

原假设	卡方值	滞后期数	p 值	结论
RCoal 不是 REUA 的格兰杰原因	18.605	2	0.0001	拒绝原假设
REUA 不是 RCoal 的格兰杰原因	5.491		0.0642	拒绝原假设
RGas 不是 REUA 的格兰杰原因	0.026	2	0.9866	接受原假设
REUA 不是 RGas 的格兰杰原因	1.096		0.5779	接受原假设
ROil 不是 REUA 的格兰杰原因	4.733	2	0.0938	拒绝原假设
REUA 不是 ROil 的格兰杰原因	0.480		0.7865	接受原假设
RIndex 不是 REUA 的格兰杰原因	4.179	2	0.1237	接受原假设
REUA 不是 RIndex 的格兰杰原因	1.737		0.4195	接受原假设

价格对石油价格并不存在影响。

#### 四、结论与建议

本文探究了能源价格及宏观因素对 EUA 期货的价格影响,协整检验结果表明,样本区间内各解释变量与 EUA 期货存在长期均衡关系,煤炭期货及天然气期货与 EUA 期货价格存在负相关,天然气期货及斯托克指数与 EUA 期货存在正相关。石油期货收益率与 EUA 期货收益率为单向因果关系,石油价格变动会影响 EUA 期货定价,但 EUA 期货的价格变动不会对石油期货定价产生影响。目前碳排放伴随中国经济的发展,中国已成为全球最大的温室气体排放国之一,2011 年中国启动了七个碳排放权试点交易市场,相比于欧盟中国碳排放交易起步较晚。本文通过研究较为成熟的欧盟碳排放交易市场可以为中国新兴碳排放交易市场的发展提出以下建议:

##### (一)优化能源结构,加快产业升级

煤炭及石油价格对 EUA 价格存在负向影响,天然气价格对 EUA 价格存在正向影响。相比于以石油消费为主的欧盟市场,中国能源消费结构以煤炭消费为主,燃烧产生的碳排放量高于石油燃烧释放的排放量。因此,管理部门应关注并优化能源结构改革,加快产业升级,通过技术革新的方式减少对煤炭及石油为主要碳排放能源的依赖。增加天然气及清洁能源等碳排放量较小的能源使用,提高能源使用率,并加强对各企业的排碳监督。

##### (二)稳定宏观经济,健全碳市场法律保障

斯托克 50 指数对 EUA 期货存在正向影响,在金融危机及欧债危机时期,EUA 期货价格存在大幅下跌的现象,表明 EUA 期货价格对宏观经济市场指数较为敏感。管理部门需加强稳定中国的宏观经济环境,减少非系统性风险的发生。在出现系统性风险等问题所造成的大幅经济下行时,监测价格波动并及时预测分析,调整需求供给等可控因素稳定碳价。从分配碳排放权到对超额配额的买卖交易,建立健全法律法规保障碳交易有效进行。

##### (三)进一步完善中国碳排放交易体系

合理分配碳排放权,增加企业排碳成本,迫使企业减排或技术升级,避免低成本排放。累计每期碳排放权使用额度,减少碳排放权价格大幅波动,助力碳市场稳定发展。完善碳排放包 (下转第 51 页)

A Review and Research on the Theoretical Construction of Spatial Function Reconstruction in Tourism Villages  
from the Perspective of Property rights

ZHAO Jia-hui, Yang XING-zhu

(Anhui Normal University, Wuhu, Anhui 241002)

**Abstract:** With the continuous deepening of the rural land “three rights separation” reform, rural property rights have gradually become the key to promoting rural socio-economic development. Tourism villages are driven by the development of rural tourism, and land, as an important carrier of rural tourism practice activities, has become a close intermediary between the government, rural areas, and villagers. Different property rights relationship structures will directly affect the form of land use by property rights holders, which will be reflected in rural space. This article is based on rural spatial property rights and attempts to construct a research framework for the reconstruction of spatial functions in tourism villages from the perspective of property rights. It emphasizes understanding the impact of the rights game between actors on the spatial layout and functional reconstruction of tourism villages from the perspective of property rights. Clarify the close relationship between the spatial behavior of rural property rights subjects and the spatial form and function of villages under the influence of property rights system, and attempt to analyze the influencing factors of property rights relationship changes from both macro and micro dimensions. Furthermore, to achieve the spatial evolution and functional reconstruction of tourism villages, and to explore the impact mechanism of spatial functional reconstruction of tourism villages from the perspective of property rights. To provide reference for the research on the reconstruction of spatial functions in tourism oriented rural settlements, further strengthen the integration of tourism and other disciplines, and expand the research perspective of disciplines.

**Keywords:** Property rights theory; Tourist villages; Space function reconstruction; Theory of Institutional Change

(上接第 43 页) 含温室气体范围,对比包含多类温室气体的欧盟地区碳排放交易体系,中国碳排放交易体系中仅包含二氧化碳,行业覆盖类型单一。因此,应逐步纳入其他温室气体排放,扩大行业覆盖率,提高碳排放交易体系中温室气体包含范围的合理性。

**注释:**

- (1)Gronwald M, Ketterer J, Trück S. The Relationship between Carbon, Commodity and Financial Markets: A Copula Analysis [J]. *Economic Record*, 2011, 87(Supplement s1):105-124.
- (2)赵静雯.欧盟碳期货价格与能源价格的相关性分析[J].*金融经济*,2012(14):92-94.
- (3)Hammoudeh S, Nguyen DK, Sousa RM. Energy Prices and CO2 Emission Allowance Prices: A Quantile Regression Approach[J]. *Energy Policy*, 2014, 70(7):201-206.
- (4) 陈欣, 刘明, 刘延. 碳交易价格的驱动因素与结构性中断点——基于中国七个碳交易试点的实证研究[J].*经济问题*,2016(11):29-35.

(5)Chen Y, Qu F, Li W, Chen M. Volatility Spillover and Dynamic Correlation between the Carbon Market and Energy Markets[J]. *Journal of Business Economics and Management*, 2019, 20(5):979-999.

(6)Chevallier J. A model of Carbon Price Interactions with Macroeconomic and Energy Dynamics[J]. *Energy Economics*, 2011, 33(6): 1295-1312.

(7)朱帮助.国际碳市场价格驱动力研究——以欧盟排放交易体系为例[J].*北京理工大学学报(社会科学版)*,2014(3):22-29.

(8)Jiménez-Rodríguez R. What Happens to the Relationship between EU Allowances Prices and Stock Market Indices in Europe[J]. *Energy Economics*, 2019, 81(c):13-24.

(9)Keppler JH, Mabsanet BM. Causalities between CO2, Electricity, and other Energy Variables During Phase I and Phase II of the EU ETS[J]. *Energy Policy*, 2010, 38(7):3329-3341.

(10)Mansanet BM, Chevallier J, Herve MM, Alberola E. EUA and sCER Phase II Price Drives: Unveiling the Reasons for Existence of the EUA-sCER spread. *Energy Policy*, 2011, 39(3): 1056-1069.

Research on the Influencing Factors of the EU Carbon Trading Market

YANG Shu

(School of Business, Jiangsu Open University, Nanjing 210036, Jiangsu)

**Abstract:** In order to explore the influencing factors of the EU carbon trading market, this article selects the daily returns of EU carbon emission quota (EUA) futures from January 1, 2013 to August 31, 2022 as the research object, and conducts empirical analysis on the EUA futures and market influencing factors through cointegration test and Granger causality test. The empirical results show that there is a long-term equilibrium relationship between EUA futures prices and various influencing factors. Coal prices and oil prices have a negative impact on carbon emission quota pricing, while natural gas prices and stock indices have a positive impact on carbon emission quota pricing. There is a bidirectional causal relationship between coal prices and EUA prices, while there is a unidirectional causal relationship between oil prices and EUA prices. This article provides suggestions for the development of China's emerging carbon emissions trading market by studying the relatively mature EU carbon emissions trading market, from optimizing energy structure, accelerating industrial upgrading, stabilizing macroeconomic conditions, and improving the carbon emissions trading system.

**Keywords:** EU carbon emissions market; Energy prices; Cointegration testing; granger causality test