

文章编号: 2096-1618(2024)04-0512-07

# 中国碳排放权交易价格影响因素分析 ——基于全国碳市场价格时间序列的 VEC 动态分析

宋容容, 陈勇明

(成都信息工程大学应用数学学院, 四川 成都 610225)

**摘要:**“双碳”目标提出后,全国碳市场发展面临新的机遇与挑战。探究影响碳交易价格的因素,对完善碳市场交易机制从而实现“双碳”目标具有现实意义。已有研究仅以几个碳交易试点为研究对象,由于各个试点的交易价格、气体种类和交易量等相差较大,研究结果存在较大差异且不全面,故有必要将新上市的全国碳市场纳入研究。以2021年7月上市的全国碳交易点和碳交易试点为研究对象,基于外部性理论、产权理论、环境金融理论分析碳交易价格的理论影响因素,并建立VEC模型进行实证分析。结果表明:碳交易价格受市场中动力煤价格、上证指数负向影响;受欧盟碳期货价格、空气质量指数、天然气价格正向影响。通过对全国碳交易点和碳交易试点的对比分析,发现全国碳交易价格受市场因素影响较大,且逐期增强,说明新建立的全国碳交易市场的市场效应更强。

**关键词:**VEC模型;全国碳市场;脉冲响应;方差分解

**中图分类号:**O212.1

**文献标志码:**A

**doi:**10.16836/j.cnki.jcuit.2024.04.018

## 0 引言

近年来,随着工业发展,生产力提高,工业生产所引起的环境问题逐渐显露。温室效应加剧,导致海平面不断上升,沿海国家和地区遭遇威胁,雾霾严重影响人们生活,环境恶化问题在各个国家引起重视<sup>[1]</sup>。同时社会生产力日益提高,生产力的提高势必会造成能源消耗,其中石油、煤炭、天然气等作为主要能源供应,燃烧释放大量有害气体,造成了全球整个生态环境问题。大量二氧化碳释放所造成的温室效应引起世界各国的高度重视,各国都在想尽办法来降低碳排放量。1997年,《京都议定书》设置了碳排放贸易、联合履约机制和清洁发展机制3个市场机制<sup>[5]</sup>,将碳排放权作为商品进行交易,形成了碳排放交易市场,允许各个国家参与碳排放权交易,经过碳交易履行减排义务或获得支持。基于中国是发展中国家的基本国情,中国目前是世界上温室气体排放量大国,面临巨大的减排压力,但中国正在以一种积极的姿态参加各种减少二氧化碳排放的国际行动<sup>[6]</sup>。十八大以来,经济发展取得了显著成绩,生态环境面貌、经济社会发展方式都发生了历史性变化。面对全球气候变化愈演愈烈的现实,中国明确提出2030年实现碳达峰,2060年实现碳中和的目标(双碳目标)。充分展现出中国坚持绿色发展,应对气候变化的责任担当与坚定决心,这是中国向

世界做出的庄严承诺。

碳交易市场最初发展主要集中在欧洲等国家,中国的碳市场于2011年开始建立湖北、广东、北京、深圳、上海5个碳交易试点,各个交易试点发展不平衡,交易价格差距较大,交易品种也不同。国内的碳交易市场在双碳目标提出之后,同时在巨大的减排压力下,于2021年正式建立相对统一的全国碳市场。前期碳交易试点的探索为全国碳交易市场的建设积累了丰富的经验,陆续完成了交易相关立法和温室气体的核算方法等工作。探究碳交易价格影响因素为促进全国碳交易市场的可持续发展,构建有效碳市场体系,稳定碳排放权价格具有实际指导意义。

## 1 文献综述

早期关于碳排放权价格的研究,大多研究以欧洲的碳交易点为对象。鉴于数据的可得性,大多数研究偏向理论研究,实证研究较少。Marius-Cristian Frunza等<sup>[7]</sup>研究欧洲的碳排放权价格,认为石油、天然气的价格对碳排放权价格有影响。陈晓红等<sup>[8]</sup>同样以欧盟碳排放交易体系为样本展开研究。发现配额供给是交易价格最重要的影响因素,当然很大原因是由于早期碳市场交易制度不够完善,随着碳市场的市场化逐步提高,该因素将逐渐消失。近年来针对国内碳市场的研究也越来越多,主要研究结论有碳排放权交易价格明显受自身历史价格波动影响;碳排放权市场价格

波动大,交易风险较大;碳交易市场的市场作用还没有发挥到位等。刘君阳等<sup>[9]</sup>基于北京交易试点为研究对象,利用多因子 GARCH-MIDAS 模型,探究碳价中长期影响因素,得出空气质量指数与碳价负相关,以及与工业发展相关的 PMI 指数与碳价变动方向一致。马天昊<sup>[10]</sup>以广东省和湖北省交易所为例,借助 VAR 模型和 GARCH-MIDAS 模型进行实证分析,研究表明月工业行业用电量的增加会显著降低广东省碳排放权价格波动率。白强等<sup>[6]</sup>以中国 8 个碳交易试点为研究对象,构建 ARMA-GARCH 模型和变量截距固定效应模型,得出中国碳交易试点价格波动趋势不相同,且存在较大差异,每个市场价格波动极不稳定,碳市场存在较大交易风险。邓光耀<sup>[11]</sup>对能源消费碳排放的区域差异及其影响因素进行分析。研究结果表明:人口数量、城镇化率和人均 GDP 的增长会通过影响能源消费而引起碳排放提高;同时中国各地区需结合自身情况,因地制宜地实行减排政策。

上述文献对碳排放权价格影响因素的研究均以几个碳交易试点为研究对象,或研究欧洲碳市场。实际上几个碳交易试点的发展极不平衡,碳排放权价格相差很大,跨区域交易很少,以及纳入交易的气体种类和交易量均相差较大,因此以交易试点为研究对象的分析结论存在较大差异,同样对欧洲碳市场的研究结论大部分不适用于国内的碳市场。故本文以“双碳”目标提出为背景,以最新建立的全国碳交易市场为研究对象。全国碳交易市场是在之前的碳交易试点的基础之上建立的相对统一的全国碳市场。同时选取碳交易试点中交易比较活跃的深圳碳交易试点为对比研究对象,探究中国碳排放权交易价格影响因素,并基于外部性理论、产权理论、环境金融理论分析影响碳价的理论因素。并运用 VEC 模型进行实证分析,相较于 VAR 和 GARCH 模型对数据平稳性的要求,VEC 误差修正模型对序列的平稳性没有严格限制。

## 2 影响因素理论分析

外部性理论是碳金融交易形成的基本理论,碳排放权交易属于负外部效应内部化解决;依据产权理论,在《京都议定书》中将碳排放权人为定义成一种可交易的商品,通过市场机制实现资源产权配置达到帕累托最优;环境金融是环境产业与金融产业的结合,通过环境金融实现环境保护与经济利益的转换。基于外部性理论、产权理论、环境金融理论分析影响碳排放权价格影响因素。

### 2.1 能源价格

能源通常包括石油、煤炭、天然气等燃料产品,这

些产品燃烧后释放的气体是碳排放的主要来源。能源与经济发展密切相关,需要煤炭和石油的企业,如大多数电力、重工业等都在使用这些传统能源,少数企业完成了能源转型。使用能源种类不同,能源燃烧释放的二氧化碳数量也不同。因此不同企业对清洁能源和传统能源的需求量不同。如果某种能源价格上升,对此能源有依赖性的企业通常会购买碳排放权或者寻找能源替代品,提升自己的生产技术来转变自己的能源消耗结构,前者会引起碳交易市场的排放权价格上升,后者则会发生替代效应,减少碳排放,引起碳排放权价格下降。除了清洁能源和传统能源外,新能源越来越广泛地应用于日常生活,如太阳能、风能、核能等。此类能源碳排放量极低,但是获取能源成本较高,目前主要用于城市建设、农业、养殖业等。随着技术改革,新能源获取成本逐渐降低,新能源将逐渐影响企业二氧化碳排放量,继而对碳价产生影响。

### 2.2 宏观经济形势

宏观经济发展水平关系一个国家经济水平、人民生活、工业生产、国际贸易水平等。当一个国家经济发展处于工业繁盛期时,整个社会的消费生产需求会大幅增加。改革开放之后,中国经济经历了粗放式增长时期,同经济水平发展起来的电力、钢铁、化工等的工业生产造成了严重的空气污染,包括人们日常生活用电,出行开车耗油等所需要的能量消耗也在同步增加,政府为了减排,将会降低企业的碳排放配额,继而引起碳排放权价格上升。相反,当国家宏观经济不景气时,即经济处于萎靡时期或经济社会发展进入绿色节能高度发达时期,前者工业建设生产处于萎缩状态,后者企业已经全面完成了技术升级能源结构转型,城市碳排放压力将会降低,继而会引起碳排放权价格下降。在 2008 年经济危机爆发时,全球经济不景气,碳排放权的价格从 30 欧元左右一路跌到 7 欧元左右,跌幅甚至高达 75%,而且持续很长一段时间。由此可见,经济的发展程度影响工业生产生活,进而影响碳排放权的价格。

### 2.3 环境气候

随着近年来环境恶化以及极端气候频繁出现,环保意识逐渐得到推广,政府对生态环境的治理也越来越重视。碳排放权市场本身是因逐渐恶化的生态环境而产生的,当生态环境恶化,温室效应加重,政府就会加强控制企业二氧化碳排放量的限制,降低对碳排放配额的发放,继而引起碳排放权价格上涨。当遭遇极端天气时,人们日常生产生活对能源的需求就会相应地增加,例如遭遇极寒或酷暑时,不管是居民日常取暖降暑用电或者工业生产运输等均会增加能源的消耗,

从而增加碳排放量,引起碳排放权价格上涨。从 2018 年,中国雾霾天气加剧,从一线城市逐渐延伸至二三线城市,严重影响居民日常生活,这就给政府施压,加快对环境质量问题的重视,尽快落实环境质量的改善,治理雾霾天气,抵制温室效应,加快环境改善,从而严格限制二氧化碳的排放量,导致碳排放权价格上涨。

2.4 国外碳价

欧洲工业生产鼎盛时期发生较早,提前意识到环境保护的重要性,提出了环境保护的概念,在减少碳排放量方面做的也相对较早,他们的碳排放权交易市场于 20 世纪 90 年代就开始建立,如今已经建成的交易市场机制、规模、深度等方面都比较成熟。相比中国碳交易市场起步较晚,起初以碳试点的形式进行探索,2021 年才建立相对统一的全国碳市场,未来在构建碳排放权交易市场方面还有很长的路要走。中国相关学者专家、投资人都会比较关注欧盟相对比较成熟稳定的碳交易市场,以此来对国内碳交易市场进行预测和干预,来更好地稳定中国碳交易价格,从而进行风险把控。同时中国也是欧盟碳排放交易体系碳汇(CDM)项目的重要参与者,国际市场中 CDM 和 EUA 之间存在一定的替代关系。另外减排任务首先由联合国气候委员会和各国政府共同决定,各参与国为完成减排任务,将对本国的碳排放量进行更加严格的限制,继而影响国内碳价,故国外碳价必然与中国碳交易价格之间存在某种关联。

3 影响因素实证分析

3.1 样本选取与描述性统计

3.1.1 样本选取

本文以“双碳”目标提出为背景,研究新建立的全

国碳交易价格影响因素,由于全国碳交易市场于 2021 年 7 月上市,于是选取 2021 年 7 月 17 日—2023 年 3 月 30 日的区间数据,共 285 组样本数据。选取碳交易试点中交易相对活跃的深圳碳交易试点作为全国碳交易点的对比研究对象,分析碳排放价格影响因素在全国碳交易点与碳试点的区别。以全国碳市场碳排放配额最新价和深圳碳排放权成交均价作为模型中的被解释变量,其他指标为解释变量;宏观经济指标选用上证综合指数;国外碳价指标选取欧盟碳排放配额期货结算价;能源指标选取传统能源和清洁能源两类;传统能源选取中,由于郑商所的动力煤期货交易比焦炭和焦煤都活跃,且与工业生产密切相关,所以选择动力煤期货交易价;清洁能源选取中,鉴于数据可得性,选取纽约金属交易所天然气期货收盘价;环境气候指标选取北京空气质量指数。考虑到变量数量级相差比较大,为消除异方差等问题,对原数据进行取对数处理。数据均来源于 Wind 金融数据终端,数据处理软件为 Eviews7.0,各变量的指标说明见表 1。

表 1 变量的选取

变量符号	变量	经济学意义	统计学意义
CEA	全国碳排放权价格	碳排放权价格	被解释变量
ZEA	深圳碳排放权价格		
SSEN	上证综合指数	宏观经济	解释变量
EUA	欧盟碳排放配额期货价格	国外碳价	
COAL	动力煤期货价格	传统能源价格	
NGNG	天然气价格	清洁能源价格	
AQI	北京空气质量指数	空气质量指标	

3.1.2 描述性统计

对选取的 285 个样本组数据进行了统计描述,如表 2 所示。主要包括观测数据的平均值、中位数、最大值、最小值以及标准差等。

表 2 描述性统计

指标	LNCEA	LNZEA	LNSEN	LEUA	LNCOAL	LNNGNG	LNAQI
平均值	1.7338	1.3459	3.5208	1.8742	2.9586	0.7621	1.7986
最大值	1.7880	1.8194	3.5700	1.9897	3.3620	0.9894	2.6989
最小值	1.6176	0.0000	3.4603	1.7051	2.7839	0.5645	1.3979
标准差	1.7338	1.3459	3.5208	1.8742	2.9586	0.7621	0.2111
偏度	-1.283	-0.514	-0.068	-0.720	2.1772	0.0464	0.3771
峰度	2.9375	2.1589	1.7557	2.4242	9.2736	1.7776	3.0899
JB 统计量	78.249	20.978	18.605	28.579	692.55	17.844	6.8538

3.2 实证分析

3.2.1 向量误差修正模型(VEC)

VAR 模型原理,这种方程组模型主要用于分析联

合内生变量间的动态关系,联合是指变量间的相互影响,动态是指  $P$  期滞后。 $VAR(P)$  模型采用多方程联立,以  $N$  个第  $t$  期变量为因变量,以  $N$  个因变量的  $P$  阶滞后变量为自变量的方程组模型。 $Y_t$  为一组  $m$  维内生

变量,  $\Phi_1, \Phi_2, \dots, \Phi_p$  为待估参数矩阵,  $\varepsilon_t$  为随机扰动项,  $P$  是模型的滞后阶数, VAR( $P$ ) 模型形式如下:

$$Y_t = C + \Phi_1 Y_{t-1} + \Phi_2 Y_{t-2} + \dots + \Phi_p Y_{t-p} + \varepsilon_t, t = 1, 2, \dots, T$$

向量误差修正模型(VEC)模型,即限制性 VAR 模型,在 VAR 模型基础之上加入了协整限制(即变量间存在长期均衡关系)。模型的优势在于可以对不平稳但却有协整关系的变量进行短期动态关系分析,VEC 表达式如下:

$$\Delta Y_t = A_1 \Delta Y_{t-1} + A_2 \Delta Y_{t-2} + \dots + A_{k-1} \Delta Y_{t-k+1} + \Pi Y_{t-k} M + \varepsilon_t, \\ t = 1, 2, \dots, T$$

式中  $\Pi Y_{t-k}$  为修正项矩阵,主要反映变量间偏离长期均

衡时,将模型状态调整到均衡时的力度;各个差分项解释变量在矩阵  $A_1, \dots, A_{k-1}$  中的系数反映变量的短期波动对被解释变量在短期波动的影响。

3.2.2 数据的平稳性检验

由于变量为时间序列,时间序列有平稳和非平稳之分,虽然 VEC 模型不要求序列平稳,但是序列需满足同阶单整的条件,所以在建立模型之前要先对变量进行平稳性检验。采用 ADF 单位根检验,检验结果如表 3 所示。结果显示,原序列非平稳,但经过一阶差分处理后为平稳时间序列,表明变量为同阶单整序列,满足协整检验的条件。

表 3 变量的平稳性检验结果表

变量	ADF 检验值	显著水平下的临界值		P 值	检验结果
		1%	5%		
LNCEA	-1.212	-3.453	-2.871	0.669	不平稳
LNZEA	-1.571	-3.453	-2.871	0.496	不平稳
LNSSEN	-1.599	-3.453	-2.871	0.481	不平稳
LNEUA	-2.602	-3.453	-2.871	0.093	不平稳
LNCOAL	-2.437	-3.453	-2.871	0.132	不平稳
LNNGNG	-1.925	-3.453	-2.871	0.320	不平稳
DLNCEA	-20.870	-3.453	-2.871	0.000	平稳
DLNZEA	-16.076	-3.453	-2.871	0.000	平稳
DLNSEN	-16.686	-3.453	-2.871	0.000	平稳
DLNEUA	-17.598	-3.453	-2.871	0.000	平稳
DLNCOAL	-14.606	-3.453	-2.871	0.000	平稳
DLNNGNG	-17.654	-3.453	-2.871	0.000	平稳

3.2.3 协整检验

上述检验结果表明,变量满足同阶单整的条件,故对变量进行协整检验,检验变量间是否存在长期均衡关系,即变量虽是非平稳,但变量间存在长期稳定的均衡关系。用 Eviews 做协整检验,采用 Johansen 检验(JJ 检验),参考 Trace(迹)统计量和最大特征根统计量。检验结果见表 4。结果表明,迹统计量  $134.7833 > 107.3466$ ,  $63.24600 < 79.34145$ ,因此在 5% 的置信度水平下,变量间至少存在一个协整关系。采用同样的方法对深圳碳排放权价格进行检验分析,同样得出深圳碳排放权交易价格与各影响因素存在协整关系。

表 4 Johansen 协整检验结果表

假设	特征值	迹统计量	5% 显著水平	P 值
None *	0.225464	134.7833	107.3466	0.0003
At most 1	0.080512	63.24600	79.34145	0.4319
At most 2	0.061745	39.74319	55.24578	0.5320

3.2.4 建立误差修正模型(VEC)模型

协整检验表明,变量间存在协整关系,且变量满足同阶单整的条件,下面建立误差修正模型,分析变量间的短期非均衡关系。全国碳交易点和深圳碳交易试点碳价的误差修正模型:

$$\Delta \text{LNCEA}_t = -0.046 E'_{t-1} - 0.195 \Delta \text{LNCEA}_{t-1}, t = 1, 2, \dots, T \\ \Delta \text{LNZEA}_t = -0.143 E''_{t-1} - 0.707 \Delta \text{LNNGNG}_{t-1} - \\ 0.369 \Delta \text{LNZEA}_{t-1}, t = 1, 2, \dots, T$$

由 VEC 表达式可以看出,全国碳市场价格和深圳碳试点价格误差修正项系数分别为 -0.046 和 -0.143,表明宏观经济、国外碳价、能源价格、空气质量等因素引起碳排放权价格偏离长期均衡时,分别将以 -4.6 和 -14.3 的力度将碳排放权交易价格与各解释变量状态拉回均衡状态。

3.2.5 脉冲响应分析

脉冲响应函数是用来度量来自每个方程的随机误差项的一个标准差新信息冲击时被解释变量,即碳排放权交易价格的变化程度和持续时间。脉冲响应函数如图 1~2 所示。

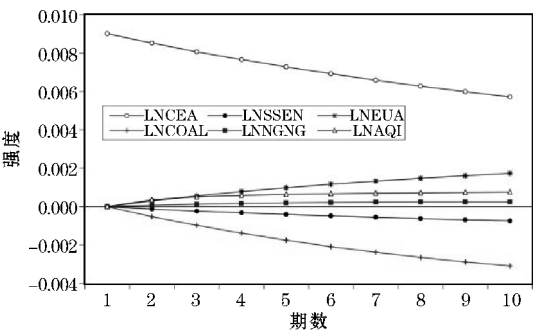


图 1 全国碳市场的脉冲响应函数

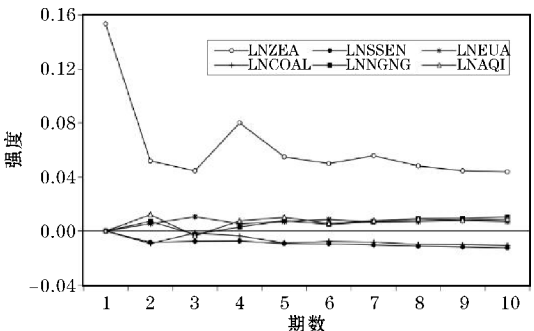


图 2 深圳碳市场的脉冲响应函数

图 1~2 表明,全国碳排放权交易点和深圳碳交易试点价格受到影响因素冲击后,只有碳排放权交易价格会使碳价在第一期做出反应,碳排放权交易价格受自身冲击影响持续为正,并逐渐下降。其中深圳试点受自身价格冲击减缓迅速,于第二期之后平稳在 0.04 单位左右。其他指标对碳排放权价格的冲击,影响比较迟缓和平和,分别在第二期开始产生冲击。两个碳

交易点受动力煤价格和上证指数冲击后,均产生负向影响,这也说明宏观经济发展越好,节能减排工作效果越显著,碳市场价格就会有所下降,其中动力煤对碳市场的冲击相对较大,且逐期缓慢增强。全国碳市场价格受到一单位动力煤冲击之后,减少约0.01个单位,且持续时间较长,深圳碳价格受动力煤价格冲击影响持续增强,从第二期产生负向冲击约0.0005个单位,到第十期达到0.003个单位;全国碳市场价格受上证指数冲击较小,深圳碳交易试点受上证指数与动力煤价格冲击影响基本一致;欧盟碳期货价格、空气质量指数、天然气价格对全国碳市场价格影响均为正,且逐期增强,在第十期分别达到约0.002、0.001、0.0005个单位,3个变量对深圳碳试点价格影响也均为正,碳价受到它们的冲击后在第二期产生约0.01响应,且在第四期后保持在0.01左右。

两个交易点均受到动力煤和上证指数冲击负向影响,受到自身碳价、欧盟碳期货价格、空气质量指数和天然气价格正向影响。其中全国碳市场价格受自身价格影响逐期减少,受市场其他因素影响逐期增大;深圳碳试点价格在第二期之后受到冲击影响均趋于平缓,保持不变。由此得出全国碳交易市场受市场因素影响逐期增强,碳市场作用效果更好。

3.2.6 方差分解

方差分解是解释各个变量对碳排放权交易价格变动的解释程度,分析各个影响因素的影响差异。两交易点具体方差分解结果见表 5 和表 6。

表 5 全国碳市场的方差分解表 单位:%

Period	LNCEA	LNSSSEN	LNEUA	LNCOAL	LNNGNG	LNAQI
1	100.0000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
2	98.40145	0.009259	0.007681	1.252798	0.301972	0.026841
3	97.99179	0.022090	0.006965	1.669155	0.279904	0.030100
4	97.67129	0.035874	0.005638	1.932133	0.284866	0.070203
5	97.45051	0.042797	0.004840	2.103631	0.288550	0.109671
6	97.29420	0.047185	0.004217	2.224793	0.291600	0.138010
7	97.18175	0.050298	0.003753	2.313139	0.293666	0.157394
8	97.09677	0.052697	0.003401	2.380318	0.295186	0.171630
9	97.02997	0.054602	0.003124	2.433164	0.296367	0.182776
10	96.97593	0.056147	0.002901	2.475873	0.297325	0.191820

表 6 深圳碳市场的方差分解表 单位:%

Period	LNZEA	LNSSSEN	LNEUA	LNCOAL	LNNGNG	LNAQI
1	100.0000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
2	98.68001	0.330359	0.149947	0.165411	0.379495	0.294774
3	98.84103	0.284524	0.151542	0.179616	0.327508	0.215776
4	98.70258	0.334422	0.178013	0.210454	0.364205	0.210331
5	98.69602	0.339102	0.186994	0.221772	0.363145	0.192964
6	98.65767	0.352564	0.196689	0.233495	0.371836	0.187751
7	98.64139	0.358518	0.202534	0.241008	0.374831	0.181722
8	98.62417	0.364612	0.207540	0.247348	0.378488	0.177840
9	98.61235	0.368886	0.211332	0.252192	0.380871	0.174373
10	98.60199	0.372606	0.214505	0.256217	0.383017	0.171666

表5~6表明,两个碳排放权交易点价格预测误差的方差主要来源于自身历史价格的变动,全国碳市场和深圳碳市场在第十期自身历史价格对碳价解释力度分别达96.98%和98.60%左右;动力煤的冲击每期逐渐增强,在第十期能解释全国碳排放权价格变动的2%;空气质量指数、上证指数和天然气价格对全国碳排放价格影响虽逐期增强,但贡献度较少。深圳碳排放权价格受除自身价格的影响外,受市场其他变量影响均较小且平稳,在0.2%左右。综上说明全国碳市场与动力煤价格、欧盟碳市场价格相关度较高,深圳碳市场价格与市场其他变量相关度不高。

## 4 结论与建议

### 4.1 结论

本文通过运用VEC模型对变量间的长期均衡关系和短期非均衡关系进行分析,运用脉冲响应和方差分解分析了能源价格、宏观经济、空气质量、国外碳价对碳排放权交易价格的短期动态影响。结果表明:代表能源价格的动力煤对碳价格影响最大,其中上证指数所代表的宏观经济与碳排放权价格负相关,传统能源煤炭市场与碳排放权价格负相关;欧盟碳期货价格所代表的国外碳价、空气质量指数和天然气价格与碳排放权价格正相关,说明国外碳价对全国碳价有正向影响,空气质量指数、清洁能源市场与碳排放权价格正相关。

对全国碳交易市场和深圳碳交易试点价格影响因素的对比分析也可以发现,全国碳市场相较于深圳碳试点价格受自身历史价格影响相对较小,且影响力度在逐期减小。总体来看,中国碳排放权交易价主要受自身历史价格波动影响,这也说明中国碳排放市场的市场效应不高。虽然受动力煤、欧盟碳期货价格、上证指数、空气质量指数等市场因素影响虽小,但在逐期增强,这也意味着全国碳市场是在发展了十几年的碳交易试点的基础之上,建立的一个更加统一和市场化更强的碳市场。基于以上结论,下面将结合中国具体国情,提出可行性建议。

### 4.2 建议

合理制定碳分配额。目前碳市场的市场化效应不高很大程度是由于碳分配额的分配不合理造成的。中国碳配额主要采取政府免费分配的方式,这对刺激企业的技术创新非常不利,而且包含的行业有限,分配存在很多不合理的现象,没有真正实现按需分配。所以

建议政府根据企业发展程度,在免费分配额度方面进行每年缩减,从而刺激企业技术创新,激励企业向科技化、智能化、现代化方向发展,尽快完成能源转型。加大碳排放权在市场上拍卖力度,从而增加碳排放权在碳市场自由交易的机会,并为碳市场交易提供比较完善的保护制度,增强碳交易价格的透明度,制定合理的定价方法。

促进发展碳金融产品。目前中国碳市场较常见的还是现货交易,导致每到期限来临时碳价波动较大,碳排放权价格不稳定,交易风险相对较高。如果政府引导性地将期权、期货同现货一同发展,不仅能降低企业履约成本和风险,增强企业抵御风险的能力,而且可以吸引更多资金流入碳市场,增强碳市场的稳定性,推进碳市场快速发展。

加快规范全国碳排放市场的发展步伐,尽快打造一个交易系统一体化、交易规则统一化的全国碳排放权交易市场,使交易气体种类、交易价格,以及纳入排污企业等更加统一规范。2020年“双碳”目标提出之后,在巨大的减排压力下,中国的碳交易市场做出了调整,在碳交易试点的基础之上终于上市了相对统一的全国碳交易市场。建议加速全国碳交易市场统一化,弱化之前的碳交易试点,打破市场交易壁垒,重点建设全国碳交易市场。当然这需要政府不仅从政策管理、市场监管还要从法律规范等方面做进一步的完善。

## 参考文献:

- [1] William E R. Ecological Footprints and Appropriated Carrying Capacity: What Urban Economics Leaves Out[J]. Environment and Urbanization, 1992, 4(2): 121-130.
- [2] Hong, H G, Li F W, Xu J. Climate risks and market efficiency[J]. Journal of Econometrics, 2019, 208: 265-81.
- [3] 赵晓春, 吴子珺, 孙群, 等. 双碳目标下的中国碳排放政策评价[J]. 统计与决策, 2023, 39(2): 167-172.
- [4] 王娜. 基于动态多元网络的中国碳价预测[J]. 统计研究, 2023, 40(1): 49-61.
- [5] 江世银, 姜俞, 魏建华, 等. 金融视角下碳排放权价格波动的多因素研究——以湖北省为例[J]. 武汉金融, 2022(7): 12-19.
- [6] 白强, 董洁, 田国春. 中国碳排放权交易价格的波动特征及其影响因素研究[J]. 统计与决策, 2022, 38(5): 161-165.

- [7] Frunza M C, Lassoudiere A. Dynamic factor analysis of carbon allowances prices: From classic Arbitrage Pricing Theory to Switching Regimes[J]. Dominique Guegan, 2010, 62(22): 1955–1961.
- [8] 陈晓红, 王陟昀. 碳排放权交易价格影响因素实证研究——以欧盟排放交易体系(EUETS)为例[J]. 系统工程, 2012, 30(2): 53–60.
- [9] 刘君阳, 杨凤娟, 李亚冰. 影响中国碳排放权交易价格波动的长效因素研究——基于北京环境交易所碳价格[J]. 统计理论与实践, 2020(3): 11–16.
- [10] 马天昊. 我国碳排放权交易市场价格及波动影响因素分析[D]. 成都: 西南财经大学, 2022.
- [11] 邓光耀. 能源消费碳排放的区域差异及其影响因素分析[J]. 统计与决策, 2023, 39(6): 56–60.
- [12] 王巍, 韩丹丹. 我国碳交易价格影响因素识别及作用机理分析[J]. 中国经贸导刊(中), 2018(26): 69–72.
- [13] 王娜. 基于大数据的碳价预测[J]. 统计研究, 2016, 33(11): 56–62.
- [14] 马慧敏, 赵静秋. 碳排放权交易价格影响因素实证分析——基于北京市碳排放交易所数据[J]. 财会月刊, 2016(29): 22–26.
- [15] 郑宇花, 李百吉. 我国碳排放配额交易价格影响因素分析[J]. 合作经济与科技, 2016(10): 132–134.
- [16] 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.
- [17] 杨中旭. 广东碳交易试点碳配额价格影响因素分析——引入市场关注度的视角[J]. 中小企业管理与科技, 2023(5): 55–57.

## Research on Price Impact Factor of China's Carbon Emission Exchange:

VEC Dynamic Analysis based on the Time Series of National Carbon Market Prices

SONG Rongrong, CHEN Yongming

(College of Applied Mathematics, Chengdu University of Information Technology, Chengdu 610225, China)

**Abstract:** Since the proposition of “carbon peaking and carbon neutrality” goal, the development of the Chinese carbon market is facing both new opportunities and challenges. Exploring the factors affecting the price of carbon market emission exchange is of practical significance to improving the carbon market trading mechanism, thereby achieving the goal of “the carbon peaking and carbon neutrality”. The existing studies only focus on a few carbon trading pilots. Because the trading prices, gas types and trading volumes of each pilot are quite different, the research results are relatively different and incomplete. Therefore, it is necessary to make the newly listed National Carbon Market into the study. In this paper, the National Carbon Trading Point listed in July 2021 and the carbon trading pilot as research objects, and analyze the theoretical influencing factors of carbon trading price based on the externality theory, property rights theory, environmental finance theory, and establish the VEC model for empirical analysis. The results show that the carbon trading price is negatively affected by the thermal coal price and Shanghai Composite Index in the market; it is positively affected by EU carbon futures price, air quality index and natural gas price. Through the comparative analysis of the national carbon trading point and the carbon trading pilot, it is found that the National Carbon Trading price is greatly affected by market factors, and is increasing periodically, which also indicates that the newly established National Carbon Market has a stronger market effect.

**Keywords:** VEC model; national carbon market; impulse response; variance decomposition