

基于分形理论的我国碳交易市场有效性研究

彭慧丰

(湖南大学 工商管理学院, 湖南·长沙, 410082)

摘要: 作为全球最大温室气体排放国家, 加速温室气体减排的进程对减缓气候变化问题非常重要。碳交易是减缓气候变化问题的主要工具。碳排放权交易在我国减排战略中发挥重要作用, 因此对于现有碳交易市场有效性的研究非常重要。本文将通过分形市场理论对我国试点碳交易市场的有效性进行分析, 结果表明, 目前我国碳市场尚未达到弱势有效的状态。

关键词: 碳交易市场 分形理论 市场有效性

中图分类号: F205

文献标识码: A

一、引言

随着各国工业产业的不断壮大, 国民经济的迅猛发展, 全球性环境问题也变得愈发突出。工业生产不仅快速地吞噬着地球有限的资源, 它排放的二氧化碳等废弃物也强化了温室效应, 造成全球气候变暖。气候变化影响人类的生存及可持续发展。这需要各国尽早采取有力的行动, 如采取建立碳市场、刺激低碳技术研发等措施, 才有希望实现经济去碳化并保持经济的健康增长。

碳排放权交易是实现节能减碳和应对气候变化的市场机制, 我国作为全球最大碳排放国家, 减排任务艰巨, 我国政府把降低碳排放量作为国家战略, 2014 年 9 月, 国务院批准的《国家应对气候变化规划(2014-2020 年)》明确提出, 到 2020 年, 我国单位 GDP 的二氧化碳排放量要比 2005 年降低 40%-45%。为落实“十二五”规划关于初步建立国内碳排放交易市场的要求, 推动运用市场机制以降低成本实现 2020 年我国控制温室气体排放行动目标, 2011 年 10 月底, 国家发改委下发了《关于开展碳排放交易试点工作的通知》, 正式批准在北京、上海、深圳、天津、重庆、广东、湖北等 7 个省市开展碳交易试点工作, 正式拉开了以交易促减排的序幕。中共十八大以来, 中央明确提出将逐步在中国推行碳排放权交易制度。截至 2016 年 6 月 30 日, 我国碳排放权二级交易市场累计成交量达 7322.6 万吨, 累计成交额达 18.05 亿元, 并呈现加剧上升趋势^①。

我国要加快碳排放交易市场建设, 建立健全相关制度^[1]。2016 年 3 月 23 日, 2016 年博鳌亚洲论坛“全球气候治理的新格局”分论坛提出“2017 年建立全国统一碳市场”^②。由此可见, 建立健全的碳排放权交易市场体系势在必行, 如何建立一个有效的碳排放权交易市场亟待解决。本文将通过对我国碳交易市场的分析, 对其有效性进行研究。

二、理论依据与相关研究综述

(一) 理论依据

碳排放权, 是指在考虑环境本身的容量和自净能力下, 政府以一定的方式向排放主体进行派发、允许排放主体在一定时间内可向环境排放的二氧化碳总量的一种权利或许可。企业获得一定数量的碳排放权配额后, 有的企业治理碳减排水平高而出现配额剩余, 有的企业因治理碳减排差而出现配额不够, 前者希望通过卖出多余配额而获得额外收益, 后者希望通过购买配额而避免因超额排放二氧化碳受到处罚, 因此产生了碳排放权交易。碳排放权作为一

^①根据中国碳排放权交易网数据计算所得。

^②资料来源: http://finance.ifeng.com/a/20151119/14078561_0.shtml。

种权利或许可而具有价值。因此,当碳排放权成为碳资产,碳市场就具有了类似金融市场的特性,其市场中的价格波动就可以运用传统金融理论来解释与分析。我们便可以运用碳交易市场的价格和收益率来验证其有效性。

关于碳市场有效性研究主要基于两个重要理论。一是 Fama (1970) 提出的有效市场假说 (Efficient Market Hypothesis, 简记为 EMH)。EMH 认为市场价格受不可预见信息的影响,可以是正向的或负向的。今天的市场价格的变化是由今天未预料的信息造成的,今天的收益与昨天的收益无关联^[2]。EMH 的一个重要结论是:市场投资者是理性的,金融时间序列遵循正态分布,是相互独立的随机游走序列,也就是说,金融资产的价格波动不具有长期记忆性或持久性特征,因此未来的变化趋势是不可预测的。以往通常根据资产价格是否随机游走来判断市场的有效性,若资产价格遵循随机游走过程,则表明市场已经达到了某种程度上的有效。最常用的检验市场有效性的方法是对资产价格进行单位根检验,判断其随机性。然而,多数资产价格序列波动无法满足单位根检验要求时间序列服从正态分布的前提条件。

随着层出不穷的金融异象的出现和研究的深入,有效市场假说面临越来越多的质疑,与正态分布相比金融资产价格的收益率形态越来越呈现出“尖峰厚尾”的分布特征。而收益率形态正是支持有效市场假说的重要前提,一些异于有效市场假说的理论相继出现。其中,最具有影响力的就是分形市场假说 (Fractal Market Hypothesis, 简记为 FMH)。Edgar E. Peters (1991) 提出了适合分析资本市场真实情况的分形市场理论,他从金融市场非线性的观点出发,认为金融市场并非全部满足独立、正态或方差有限的假设,金融资产收益率并不服从正态分布,而是具有尖峰厚尾性和长期记忆性等分形特征,强调市场参与者的行为受信息的接受程度和投资时间影响,稳定的金融市场都存在分形结构^[3]。一般认为,当市场上信息含量过多时,金融时间序列容易出现厚尾分布,这主要是由金融市场上的不同投资者对信息作出的不同反应导致的;当接受到新信息时,大多数投资者不会立即作出反应,而是持观望的态度,并试图通过分析信息来源的可靠性,验证其真伪,并估量信息可能带来的影响。从碳交易市场来看,当碳市场颁布某项新政策时,参与者和投资者不能在短期内明白政策制定者的目的,需要经过一段时间后,根据某种变化趋势才能作出相应对策,这使得市场投资者作出的决策滞后,长时间会形成一定的累积效应;当某种类型的新信息不断出现时,或者政策制定者明确表示出其目的时,投资者可能会突然做出剧烈的反应,这将会导致金融市场中突然地出现大幅度的波动。分形市场理论考虑到了投资者的投资起点受市场流动性和市场投资者行为决策的影响,认为市场由不同的投资主体存在时,市场才是稳定的。

分形市场理论将有效市场理论的线性市场假设扩展为更能揭示市场真实性的非线性市场,认为交易价格的变动并不总是随机游走,而是服从被称为“分数布朗运动”的有偏随机游走,交易行为包括了价格信息的相关性和记忆性,而有效市场是分形市场情况下满足一定假设条件时的一种特殊状态。FMH 更有效地解释恐慌、崩盘等市场现象。

(二) 相关研究综述

目前对于碳排放权交易市场有效性进行实证检验的文献并不多,且主要集中于规模较大的欧盟碳市场 (EU-ETS) 有效性的研究。Daskalakis 和 Markellos (2008) 利用欧洲碳交易市场的数据,研究欧洲碳市场第一阶段 (2005-2007 年) 的有效性,得出欧洲碳市场无效的结论^[4]。他们进一步讨论这是欧盟排放交易机制设计存在问题所导致的,最突出的问题就是排放权跨期储存的禁令对市场流动性及效率有负面影响。后来, Feng Zhenhua 等 (2011) 的研究也发现这一点,他们认为碳价格不能完全体现其历史信息,是一个有偏的随机分布,碳价格的大幅波动是正常并且存在的^[5]。Montagnoli 和 Vries (2010) 运用方差比率法对欧盟环境交易所排放配额现货数据进行检验,从而研究欧盟排放交易机制市场有效性,分析结果表明经历了第一阶段的无效市场后,EU ETS 开始恢复市场有效性^[6]。George Daskalakis (2013) 使用欧盟 2008-2011 年碳排放期货交易数据对欧盟碳排放交易市场第二阶段的有效性进行研究,结果表明该市场从 2010 年起达到弱势有效,并正逐步向成熟市场发展^[7]。Ibikunle

et al. (2015) 采用日内短期收益可预测性作为市场有效性的反指标, 研究欧盟排放交易机制 (EU-ETS) 第二阶段时期欧洲气候交易所流动性与市场有效性的关系, 证实了欧洲碳市场的流动性和市场有效性有显著的关系, 随着时间的变化, EU-ETS 碳价越来越符合随机游走模型, 交易质量得到明显的改善^[8]。

中国碳市场起步较晚, 关于其有效性的实证研究很少, 大多从理论政策出发探讨中国碳市场有效情况, 而定量实证研究少。杜莉 (2013) 从金融的视角着眼, 认为碳金融交易的效率集中体现在以价格为代表的微观效率, 即价格对市场信息的反应程度^[9]。Zhao et al.

(2016) 基于我国七个试点碳市场价格及交易量数据, 从碳价、交易量、市场流动性和信息透明度四个方面分析 ETS 试点市场有效性情况, 认为尽管我国试点在实行之后取得了初步成果, 但是 ETS 试点有效性情况并未达到令人满意的结果^[10]。作者还从制度安排、市场参与者和配额供需等几方面分析了市场未满足有效性的原因。王倩、王硕 (2014) 运用有效市场假说理论, 使用单位根检验及方差比率方法对我国深圳、上海、北京和天津 4 个试点的碳排放权交易市场的有效性进行实证检验, 得出部分碳市场有效的结论。他们认为碳价和碳资产收益率的分布可以反映出相关市场的特性和有效性, 单位根检验和方差比率法均表明上海碳市场达到弱势有效且深圳碳市场无效, 而关于北京和天津碳市场有效性的结论存在差异, 并且认为碳市场的有效性受市场流动性与投机性的影响^[11]。李尚英、马婧 (2015) 利用协整检验、格兰杰因果检验等计量研究方法对北京和天津碳现货的收盘价和成交量的关系进行实证研究, 得出北京碳市场的有效性强于天津碳市场^[12]。魏素豪、宗刚 (2016) 在 R/S 非参数分析法的基础上构建了我国碳排放交易价格非线性特征检验模型, 对我国五大试点碳交易价格波动特征进行了实证检验与分析, 结果表明交易价格存在明显的非线性特征和状态持续性, 各个试点市场存在不同程度的交易风险, 交易价格时间序列并不存在周期性循环, 综合来看我国碳排放权交易市场尚未达到有效状态^[13]。

三、实证研究与结论

(一) 数据选取

目前我国有七个碳排放权交易试点市场, 由于重庆碳排放权交易市场碳交易成交量较少, 我们针对深圳、上海、北京、广东、天津、湖北六个试点市场对我国碳交易市场有效性进行分析。我们选取样本的时间为六个试点市场从碳市场建立之日起至 2016 年 6 月 30 日。在具体的数据选取方面, 我们剔除了交易量为 0 的交易日数据。同时, 为了保持数据度量标准的一致性, 将林业碳汇、碳排放配额 (BEA)、核证减排量 (CCER) 涉及的部分数据剔除, 仅保留碳排放权的实际成交信息。数据分别取自深圳排放权交易所、上海环境能源交易所、北京环境交易所、广州碳排放权交易所、天津排放权交易所和湖北碳排放权交易中心网站上所公布的碳配额交易数据。具体的数据选取区间及样本量如表 1 所示。

表 1 数据选取区间

交易所名称	样本区间	样本量
深圳	2013.06.18-2016.06.30	678
上海	2013.11.26-2016.06.30	413
北京	2013.11.28-2016.06.30	431
广东	2013.12.19-2016.06.20	394
天津	2013.12.26-2016.06.30	439
湖北	2014.04.02-2016.06.30	542

(二) 实证方法

本文采用的实证方法是根据分形市场理论检验我国碳排放权交易市场的有效性, 具体而言就是判断碳排放权交易市场是否具有分形特征。如果碳排放权交易市场具有分形特征, 则说明它与传统的有效市场假说假定的条件相悖, 不是弱势有效市场, 据此我们可以得出碳排

放权交易市场是未达到弱势有效的结论,通过检验分形特征验证市场有效性时,我们常用的方法是 Hurst 提出的重标极差分析法,即 R/S 分析法。

时间序列非线性结构理论中 R/S 分析法是非常有效的分析时间序列状态持续性的非参数法,是 Hurst 在研究尼罗河水坝工程时提出的,在大量实验和数据实证分析之后,发现自然现象都遵循有偏随机游走(分形布朗运动)的规律,并在此基础上提出了基于重标极差(R/S)分析方法来建立 Hurst 指数,作为判断时间序列数据遵从随机游走还是有偏的随机游走过程的指标。所谓有偏的随机游走过程(分形布朗运动),是区别于随机游走过程(布朗运动)的时间序列数据形态。随机游走过程对应于金融市场上的有效市场假说,即股票价格完全反映市场上的所有信息;而有偏的随机游走过程中,金融时间序列数据存在一定的规律,即记忆性。

我们运用 R/S 分析法的基本思路如下:

令 P_t 表示 t 日碳排放权交易均价,则 t 时的碳排放权收益率可以表示为:

$$X_t = \ln(P_t / P_{t-1}) = \ln(P_t) - \ln(P_{t-1})$$

关于收益率的这种表示方法有两个优点:一是这种表示方法消除了价格变动对碳排放权价格的依赖关系;而是碳排放权价格对数的差额直接为碳排放权价格变动的增长率,即收益率。

对于长度为 N 的时间序列 $\{X_t\}$,把它分为 A 个长度为 n 的子序列,对于每一个子序列,求解其均值:

$$\bar{X} = 1/n \sum_{i=1}^n X_i \quad (i=1, 2, \dots, n)$$

然后计算每个子序列的均值离差的累计量:

$$K_i = \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})$$

以及子序列的极差 $R_i = \max(K_i) - \min(K_i)$ 、子序列的标准差:

$$S_i = \sqrt{1/n \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}$$

然后计算每个子序列的重标极差,即: $(R/S)_i = (R_i / S_i) \quad (i=1, 2, \dots, A)$

求此 A 个 R/S 值的均值,我们得到划分为 A 个长度为 n 时的重标极差值 $(R/S)^n$ 。重复上面的计算步骤,调整子序列的长度 n ,获得一系列 n 与重标极差值 $(R/S)^n$;根据 Hurst 建立的关系式 $(R/S)^n = Cn^H$ (C 为常数),我们取对数得到:

$$\log(R/S)^n = H \cdot \log(n) + \log(C) \quad (1)$$

其中的 H 值就是 Hurst 指数,对 $\log(n)$ 和 $\log(R/S)$ 进行最小二乘法回归分析即可计算出 H 的近似值。

Hurst 指数有 3 种不同的判别类型:

当 $H=0.5$ 时,表明所分析的时间序列是随机的和不相关的,变量之间相互独立,前一时点的价格对后面没有影响。因此时间序列是随机的,此时满足布朗运动所描述的随机游走,即为有效市场假说所描述的市场弱势有效情形。

当 $0 \leq H < 0.5$ 时,表明所分析的时间序列是不可持续的,相关性呈现出负反馈的情形。这意味着如果价格在前一时点是向上的,则当前的价格将要下降;反之,如果价格在过去的时点是向下的,则下一期多半会向上运行。

当 $0.5 < H < 1.0$ 时,就得到一个正相关的可持续的或呈递增趋势的时间序列。这意味着如果价格在前一时点是向上(下)运行,那么它在当前时期将会按照原有趋势继续向上(下)走。此时的时间序列具有明显的趋势性和长期记忆能力。

(三) 实证分析与研究结果

1、描述性统计分析

六个试点市场的碳排放权价格的描述性统计结果如表 2 所示,可以发现六个试点碳价样本数据并不严格服从正态分布。样本数据的碳排放权价格走势如图 1 所示。由图可知,深圳市自启动碳排放权交易市场以来,价格波动大致呈“倒 V 型”,在交易初期成交价格上下起伏较大;上海市碳价一直维持在相对较低的水平,但波动较为剧烈,呈“波浪状”趋势逐步下滑,并最终稳定在 12 元到 15 元的水平;北京市碳价波动幅度相对较小,开始交易的前 6 个月每吨碳排放权成交价格一直稳定在 50 到 55 元之间,2014 年 6 月 27 日开始一路飙升到 77 元的峰值,2014 年 7 月 28 日之后逐步回归到稳定持续下降的阶段;广东市场在开始交易初期,碳价迅速由 65 元上升到 77 元的峰值,之后一直呈下降趋势,最近价格稳定在 10 元到 20 元之间;天津碳价也呈现出“波浪状”波动趋势,开始交易的初期,每吨碳排放权成交价格维持在 25 元到 40 元之间,在六大试点中天津碳排放权市场交易价格相对处于较低水平;湖北碳价较为平稳,自开始交易以来,每吨碳排放权成交价格维持在 20 元到 30 元之间,一直处于低迷状态。从波动幅度上来看,深圳、天津、上海价格波动起伏相对剧烈,北京、广东和湖北波动相对平稳,从交易价格高低来看,深圳、北京价格远高于上海、广东、天津、湖北四个试点市场。

表 2 碳排放权价格的描述性统计

试点	最大值	最小值	均值	中位数	标准差	偏度	峰度
深圳	122.97	21.04	52.51	44	17.16	.93	3.08
上海	48	4.2	25.70	29.72	12.22	-.52	1.83
北京	77	30	50.15	51.42	7.29	0.24	5.13
广东	77	8.76	28.46	18.975	18.99	1.16	2.75
天津	50.1	7	25.78	24.9	5.67	1.02	6.01
湖北	29.25	14.21	23.33	23.85	2.53	-1.50	5.70

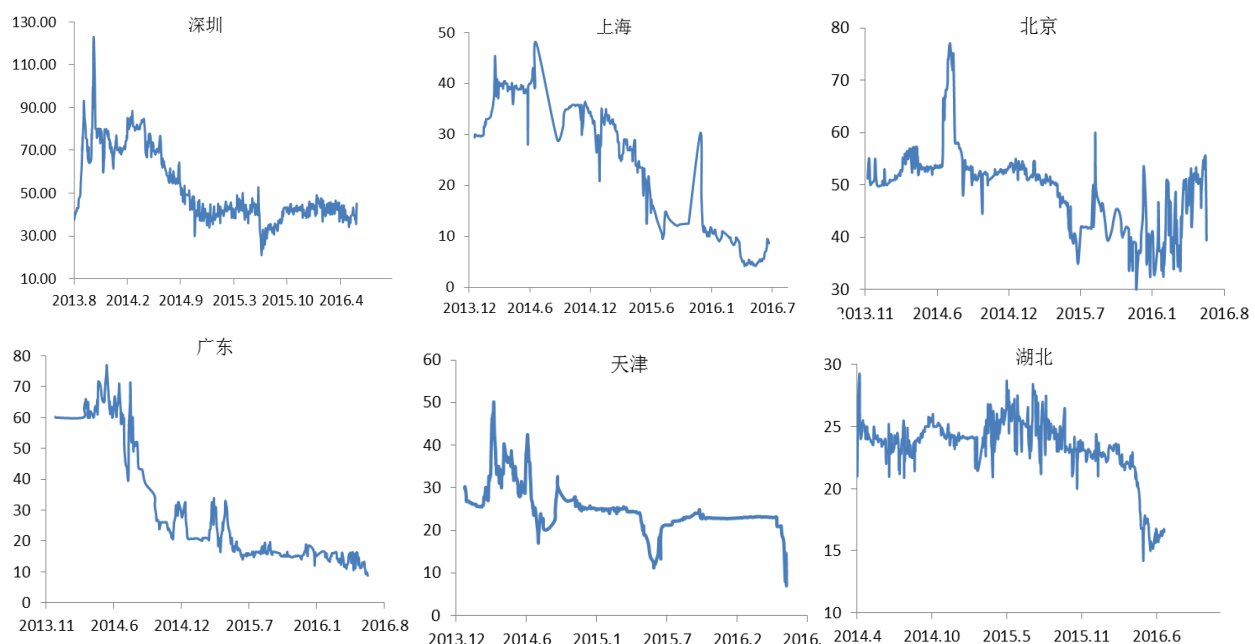


图 1 碳排放权交易价格走势图

为了获得统计特性更加平稳的时间序列,我们将碳排放权的交易价格转化为碳资产收益率序列,本文采用的是对数收益率计算方式,其数学表达式为 $X_t = \ln(P_t/P_{t-1}) =$

$\ln(P_t) - \ln(P_{t-1})$ 。转化后的样本数据收益率走势如图 2 所示,从图中可以看出,对数收益率序列基本上是一个零均值的平稳序列,同时碳排放权价格序列中的波动在收益序列中也能够清晰体现。六个试点市场碳资产收益率的描述性统计如表 3 所示,其中,深圳、北京、广东、天津和湖北碳市场资产收益率偏度小于 0,呈左偏状态,上海碳市场资产收益率偏度大于 0,呈右偏状态。所有碳市场的碳资产收益率都有较高的峰度,其中上海和天津碳排放权市场峰度达 35 以上,具有明显的尖峰特征。因此,接下来需对碳资产收益率作进一步分析。

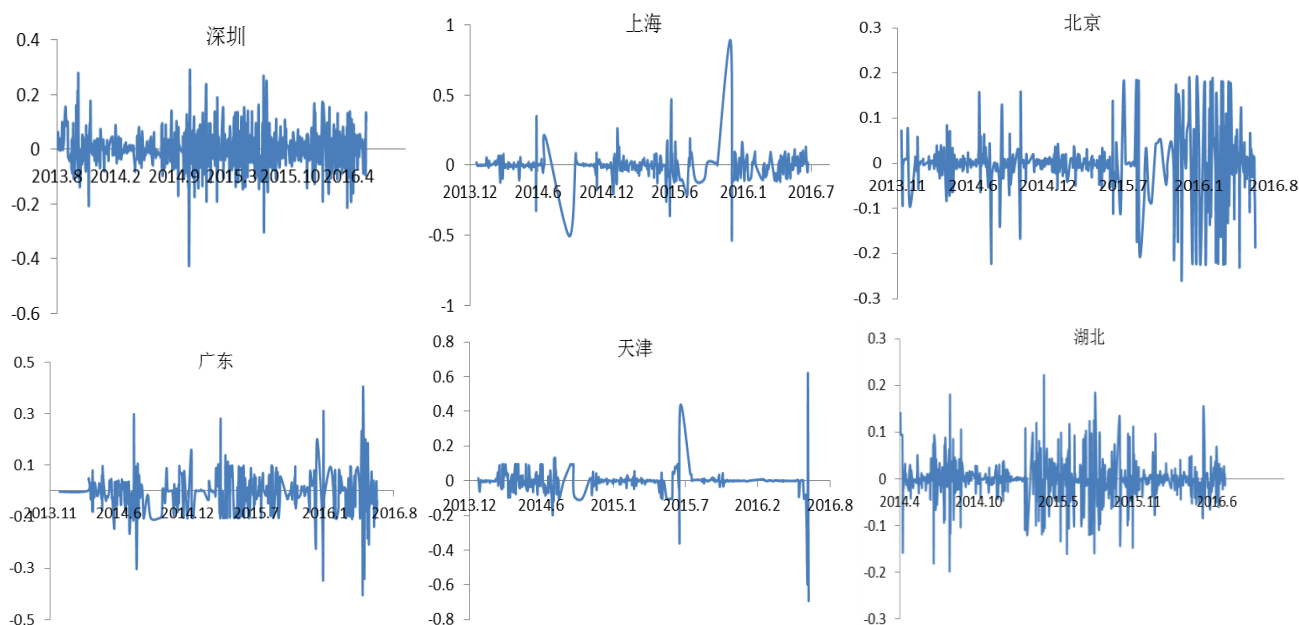


图 2 碳资产收益率走势图

表 3 碳资产收益率的描述性统计

试点	最大值	最小值	均值	中位数	标准差	偏度	峰度
深圳	.2817	-.4253	.00027	-.00037	.0695	-.1124	6.7465
上海	.8854	-.5042	-.0029	0	.0880	1.8146	35.2818
北京	.1828	-.2580	-.0006	0	.0680	-.5622	6.7248
广东	.3981	-.3949	-.0049	0	.0812	-.0302	7.7871
天津	.6116	-.6931	-.0033	0	.0710	-1.5920	47.9409
湖北	.2222	-.1964	-.00044	0	.0473	-.0175	6.5752

2、碳资产收益率的正态性检验

我们通过 Shapiro-Wilk (夏皮罗-威尔克) W 统计量对碳资产收益率时间序列进行正态性检验,检验结果如表 4 所示。从表中可以知道,深圳碳市场价格收益率 W 统计量为 0.9549、 $p=0.0000<0.01$;上海碳市场价格收益率 W 统计量为 0.6874、 $p=0.0000<0.01$;北京碳市场价格收益率 W 统计量为 0.8246、 $p=0.0000<0.01$;广东碳市场价格收益率 W 统计量为 0.9237、 $p=0.0000<0.01$;天津碳市场价格收益率 W 统计量为 0.5489、 $p=0.0000<0.01$;湖北碳市场价格收益率 W 统计量为 0.9031、 $p=0.0000<0.1$ 。因此,Shapiro-Wilk 检验方法拒绝了有效市场假说中最基本的正态性假设,这意味着碳资产收益率序列 $\{X_t\}$ 不满足正态分布。我们画出了六个试点碳资产收益率数据密度分布图,如图 3 所示。

从图 3 的碳资产收益率的密度函数分布可以看出,六试点的碳资产收益率分布形态均呈现出典型的尖峰和厚尾特征。这说明,在碳排放权交易市场中的某些时点或时段,碳排放权交易价格发生剧烈的波动,可以推断出碳排放权交易市场中有一定的投机性,某些投机者会

在碳排放权交易市场上进行追涨杀跌式的操作。同时，中国碳市场尚处于成立初期，市场交易者的政策敏感性极强，对市场消息的出现反应极为敏感，这也是造成碳价频繁且大幅波动的重要原因。

表 4 碳资产收益率的正态性检验

碳市场	W 统计量	P 值	结论
深圳	0.9549	0.0000	拒绝正态分布
上海	0.6874	0.0000	拒绝正态分布
北京	0.8246	0.0000	拒绝正态分布
广东	0.9237	0.0000	拒绝正态分布
天津	0.5489	0.0000	拒绝正态分布
湖北	0.9031	0.0000	拒绝正态分布

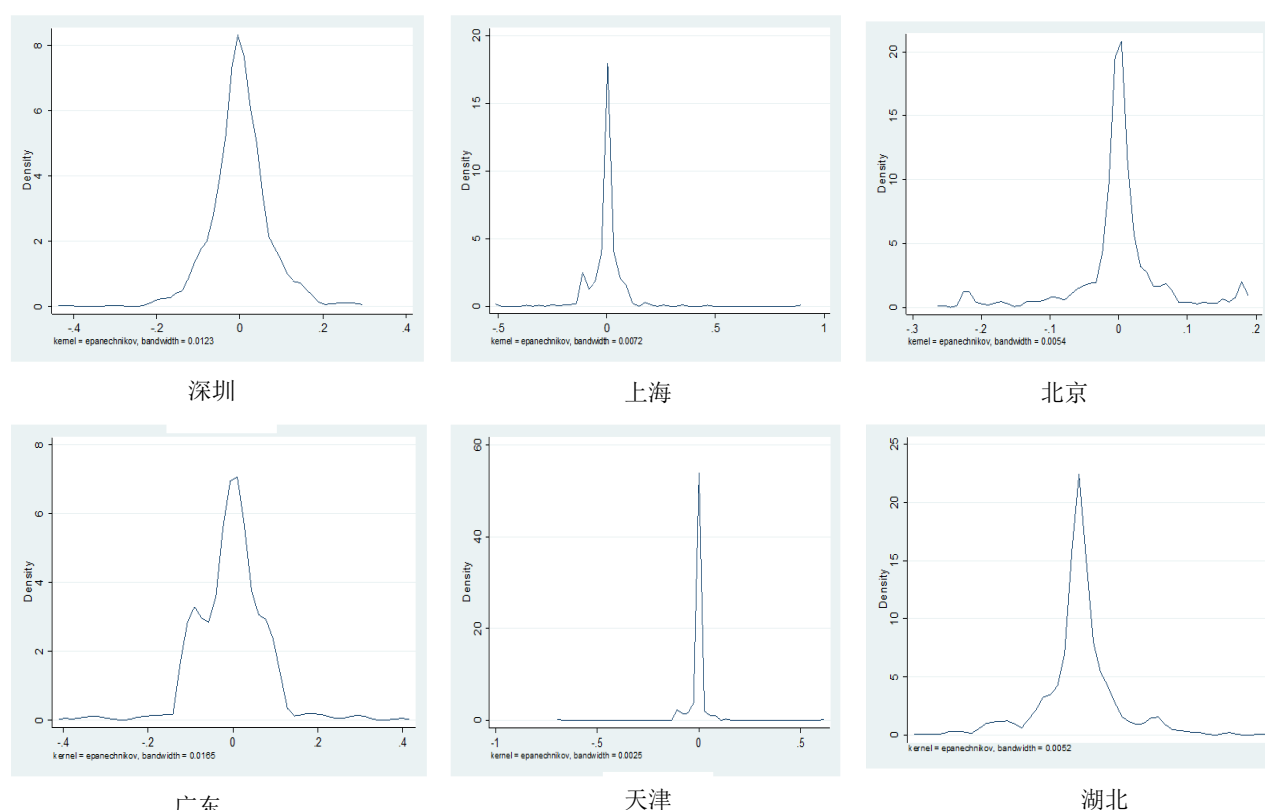


图 3 碳资产收益率密度函数

3、碳资产收益率的 R/S 检验

目前，现有的统计软件中没有计算 Hurst 指数的完整程序，因此我们通过 Matlab 数学软件编程实现了对该指数的计算过程。按照前文叙述的 R/S 分析方法的计算过程，根据经验准则从 $n=10$ 至 $n=N/2$ 进行计算，得到碳资产收益率的 R/S 分析结果，如图 4 所示。根据计算得到一系列 $\log(R/S)$ 和 $\log(n)$ 之后，运用 stata12.0 软件对模型 (1) 进行拟合，得出参数估计结果如表 5 所示。

由表可知，六个试点市场碳资产收益率回归方程拟合度很好，均超过了 0.8，除上海市场的回归方程常数项系数不显著、北京市场的回归方程常数项系数在 5% 的水平下显著外，深圳、广东、天津和湖北试点市场碳资产收益率回归方程常数项和 $\log(n)$ 系数 Hurst 指数值均通过了 1% 水平下的显著性检验。Hurst 指数详见表 6，六试点市场 H 值即为参数回归

结果的 $\text{Log}(n)$ 的回归系数，同时可以根据 H 值与 0.5 的关系判断出碳资产价格收益率时间序列是否有偏，交易市场是否有效，是否具备非线性特征等。

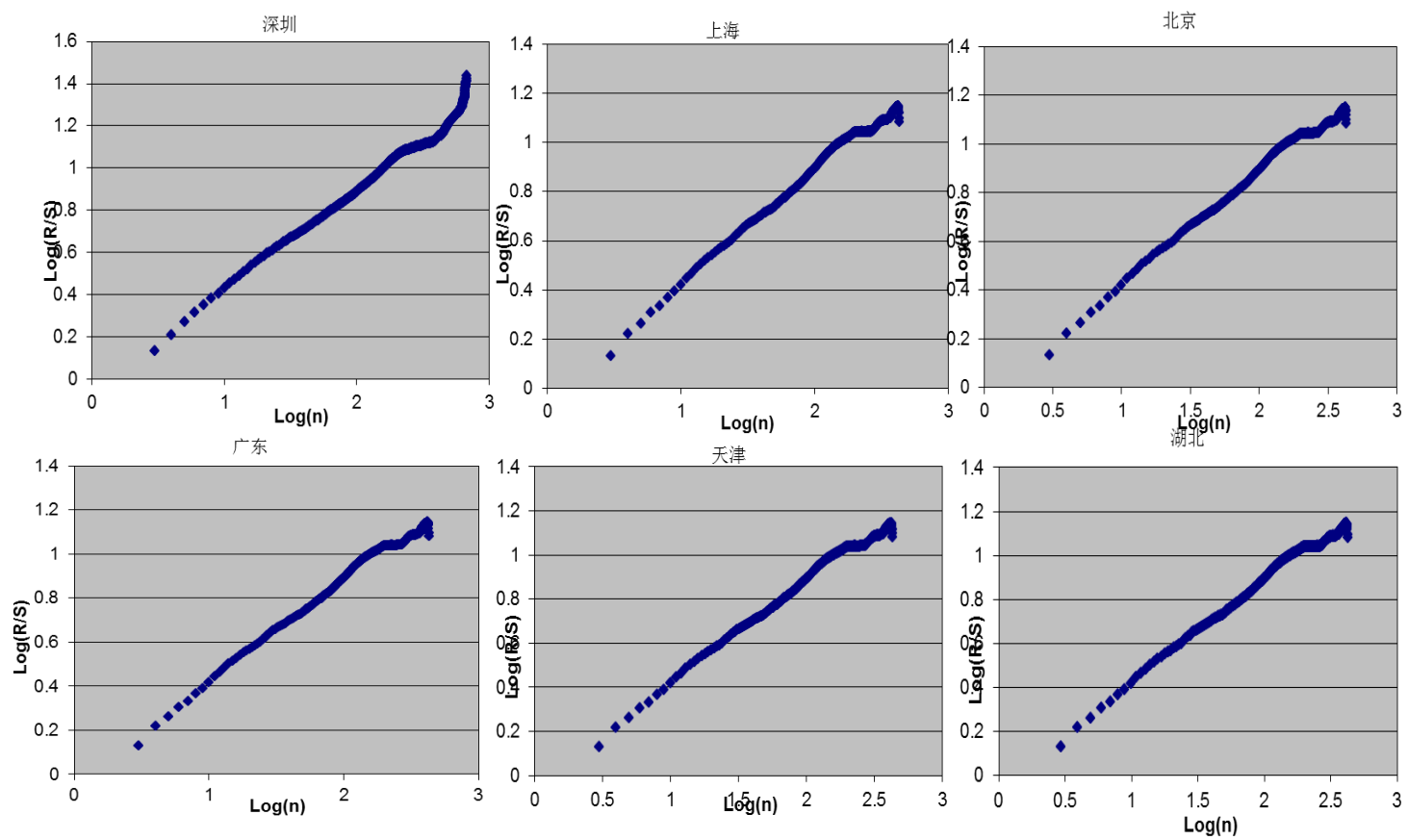


图 4 碳资产收益率的 R/S 分析

表 5 参数估计结果

试点	变量	系数	t 统计量	P 值	Adj R ²
深圳	常数	-.0567	-8.62	0.000	0.9785
	Log (n)	.4728	175.18	0.000	
上海	常数	.0080	1.01	0.314	0.9779
	Log (n)	.4777	134.47	0.000	
北京	常数	.0146	2.52	0.012	0.9849
	Log (n)	.4320	167.09	0.000	
广东	常数	.1471	16.83	0.000	0.9627
	Log (n)	.3964	100.28	0.000	
天津	常数	.0285	3.33	0.001	0.9788
	Log (n)	.5372	141.62	0.000	
湖北	常数	.0851	7.68	0.000	0.8993
	Log (n)	.3273	69.33	0.000	

表 6 Hurst 指数表

市场	深圳	上海	北京	广东	天津	湖北
H 指数	0.4728	0.4776	0.4320	0.3964	0.5372	0.3273

从表 5 和表 6 可知我国碳排放权市场交易价格存在显著的非线性特征。天津碳市场的 H 值为 0.5372, 大于 0.5, 说明天津碳市场的碳排放价格序列存在记忆特性, 并且碳资产收益率序列具有显著的相关性。深圳、上海、北京、广东和湖北碳市场碳资产收益率时间序列所对应的 H 值大于 0 小于 0.5, 表明这五个试点市场存在反持续性, 即均值回复过程, 也就是说如果价格在最近一段时间内上涨(下跌), 则市场未来很可能将继续下跌(上涨), 当 H 值越小时, 市场改变原有趋势的可能性越大, 因为广东的 H 值最小为 0.3273, 所以广东碳市场交易价格反持续性的可能性越大。从表 6 可知深圳碳排放权交易市场收益率的 H 值为 0.4728, 上海碳排放权交易市场收益率的 H 值为 0.4776, 天津碳排放权交易市场收益的 H 值为 0.5372, 较为接近临界值, 因此深圳、上海、天津碳排放权交易市场最为接近随机游走状态, 且上海碳排放权交易市场相对与其他五个试点碳市场来说更为有效。

4、研究结论

本文通过分形市场理论验证我国碳排放权交易市场是否具有弱势有效的特征, 通过 R/S 分析法分析我国除重庆试点市场之外的六大试点市场碳排放权交易数据后我们得出, 我国碳交易市场的效率尚未达到弱势有效的水平。在我们的实证分析中, 天津碳市场的 Hurs 指数值显示出碳排放权价格序列具有明显的记忆性, 上一时刻的价格变化对下一时刻的价格影响较大; 除天津之外的五大试点市场碳排放权价格存在负反馈情况; 深圳、上海、天津碳排放权交易市场最为接近有效市场理论中的随机游走状态; 上海碳排放权交易市场相对其他五个试点碳市场更为有效。

四、结论与启示

本文通过 R/S 分析法对我国碳交易市场有效性进行研究, 结果表明交易价格存在明显的非线性特征和状态持续性, 我国碳交易市场尚未达到有效性状态, 从总体来看, 我国碳排放权交易市场还处于发展起步的阶段, 碳排放权价格的平稳运行是保证市场有序健康发展的关键, 因此, 全国统一碳交易市场的构建应关注以下几个方面。

完善碳交易市场相关政策。重视政府在碳排放权交易体系中的作用, 正视我国碳交易现状, 参考欧盟及其他国家碳排放权交易制度的成功案例, 对我国的碳排放权交易制度相关法律法规进行完善。

加快全国统一碳市场的建设。从长远来看, 逐步形成完全、可自由流动和交易的全国性碳排放权交易市场, 这将对稳定碳排放权交易价格产生积极作用, 因此有必要建立一个与国际碳排放机制接轨的碳排放权交易机制, 将 7 个交易试点及空白领域全部纳入全国性交易体系, 并加大立法力度; 对企业参与温室气体减排进行鼓励, 提供资金以及技术支持; 完善¹⁴跟碳排放权交易有关的税收政策, 发挥税收政策在企业减排过程中的约束作用。

参考文献

- [1]康增奎,赵欣冉.我国碳排放权交易问题研究[J].理论学刊,2015(4):61-68.
- [2]Fama E F.Efficient Capital Markets:A Review of Theory and Empirical Work[J]. The Journal of Finance,1970,25(2):383-417.
- [3]Edgar E,Perters.Chaos and Order in the Capital Markets[M].New York:John Wiley & Sons: 1991, 36-39.
- [4]Daskalakis G, Markellos R N. Are the European carbon markets efficient?[J].Re-view of Futures

Markets,2008,17(2): 103-128.

[5]Zhenghua feng,Lele Zou,Yiming Wei.Carbon price volatility:Evidence from EU ETS[J].Applied Energy, 2011,88(3):590-598.

[6]Montagnoli A,De Vries F P.Carbon Trading Thickness and Market Efficiency[J].E-nergy Economics, 2010,32 (6):1331-1336.

[7]Daskalakis G.On the efficiency of the European carbon market:new evidence from Phase II[J].Energy Policy,2013,54(0):369-375.

[8]Ibikunle G,Gregoriou A,Hoepner A G F,Rhodes M.Liquidity and Market Efficiency in the World's Largest Carbon Market[J].The British Accounting Review,2015,12(22): 1-17.

[9]杜莉,张云.碳金融交易问题研究述评[J].汉江论坛,2013(1):44-49.

[10]Zhao X G., Jiang G W., Nie D.,H.,Chen H..How to Improve the Market Efficiency of Carbon Trading:A Perspective of China[J].Renewable and Sustainable Energy Reviews,2016(59):1229-1245.

[11]王倩,王硕.中国碳排放权交易市场的有效性研究[J].社会科学辑刊,2014(6):109-115.

[12]李尚英,马靖.中国碳市场现状的实证研究及对统一碳市场建立的启示[J].中国市场,2015(34):187-192.

[13]魏素豪,宗刚.我国碳排放权市场交易价格波动特征研究[J].价格月刊,2016(3):1-5.

Study on Market Efficiency of China's Carbon-Trading Market Based Fractal Theory

PENG Huifeng

(Business School of Hunan University, Changsha / Hunan, 410082)

Abstract: Because China has emerged as the largest greenhouse gas(GHG) emitter, to accelerate the pace of GHG emission reduction in China is important to the success of addressing climate change. Carbon trading is a key instrument in the mitigation of climate change. Carbon emission trading plays a role in emission-reduction strategy, so it's necessary to study the market efficiency of carbon trading market. This paper explores the market efficiency of China's carbon-trade market based fractal theory, and the result show that China carbon market doesn't reach the stage of weak market efficiency until now.

Keywords: carbon trading market, fractal theory, market efficiency

作者简介: 彭慧丰, 女, 1992 年生, 湖南益阳人, 湖南大学工商管理学院硕士研究生。