

后疫情时代中国碳交易市场 分形与混沌行为特征分析研究 中期检查答辩

项目申请人: 何许凡 李翱宇 吴锦鸿

指导老师: 孙和军





气候变化应对

随着人类社会的发展,全球气候迅速恶化。2010-2019年全球温度比工业化前约高1.2摄氏度。

气候变化应对愈来愈成为国际 合作的重点领域,成为全球人类共 同关切的重大话题。

我国政府勇于承担国际责任, 2016年9月3日,中国加入《巴黎协 定》,成为23个完成了批准协定的 缔约方,并承诺于2030年实现碳达 峰。

《联合国气候变化框架公约》 1992年 《巴黎协定》 为2020年后的气候应对做出安排 第一次世界气候大会在 2015年 瑞士日内瓦召开 1979年 《京都议定书》 首次提出国际间碳交易 1997年 联合国政府间气候变化专门委员会成立 1990年

碳排放权交易市场滥觞



国务院发文提出逐步建立碳排放权 2011年 交易市场 2013年 北京等七省市陆续启动碳排放权 2014年 交易试点 2016年 四川、福建两个非试点碳市场启动 国务院发文 2020年 《碳排放权交易管理办法(试行)》 全国碳交易市场线上交易启动 2021年

碳排放权交易管理办法(试行) 《碳排放权交易管理办法(试行)》已于2020年12月25日由生态环境部部务会议审议通过,现于公布,自2021年2月1日起施行。 2020年12月31日 碳排放权交易管理办法 式启动 第一条 为落实堂中央、国务院关于建设全国碳排放权交易市场的决策部署。在应对气候变化和促进绿色低碳发展中充分发挥市场机 制作用,推动温室气体减排,规范全国碳排放权交易及相关活动,根据国家有关温室气体排放控制的要求,制定本办法。 第二条 本办法适用于全国碳排放权交易及相关活动,包括碳排放配额分配和清缴,碳排放权登记、交易、结算,温室气体排放报告 与核查等活动,以及对前述活动的监督管理。 T_T 大字号 第三条 全国碳排放权交易及相关活动应当坚持市场导向、循序渐进、公平公开和诚实守信的原则 频连线形式举行,在北京 第四条 生态环境部按照国家有关提定建设全国磁性放程空易市场 全国碳排放权交易市场覆盖的温室气体种类和行业范围、由生态环境部拟订、按程序报批后实施、并向社会公开。 第五条 生态环境黑按照国家有关排完、组织建立全国磁性放权注册登记机构和全国磁性放权空易机构、组织建设全国磁性放权注册 国碳市场上线交易正式启 全国碳排放权注册登记机构通过全国碳排放权注册登记系统。记录碳排放配额的持有、变更、清镦、注销等信息,并提供结算服务。 竟部、湖北省、上海市有 全国磁排放权注册登记系统记录的信息是判断磁排放配额归属的最终依据 全国磁性放射空易机构负责组织开展全国磁性放射集中结一空机 的一项重大制度创新,也 登记系统由湖北省牵头建 第六条 生态环境部负责制定全国碳排放权交易及相关活动的技术规范,加强对地方碳排放配额分配、温室气体排放报告与核查的监 舒管理, 并会同国条监其他有关部门对全国福祉的权空基及相关活动进行监督管理和指导, 国排污许可证管理信息平 省级生态环境主管部门负责在本行政区域内组织开展碳性效配额分配和清衡、温室气体排放报告的核查等相关活动。并进行监督管 家,覆盖约45亿吨二氧化 设区的市级生态环境主管部门负责配合省级生态环境主管部门落实相关具体工作,并根据本办法有关规定实施监督管理 《人民日报》 (2021年07月17日 03 版)

(责编: 岳弘彬、胡永秋)



有效市场假说

金融市场既有研究往往基于Eugene F. Fama提出的有效市场假说。

- 市场上的交易者是以最大获利为目的的理性人
- 信息在市场上充分传播,价格反映了一切信息对现在以及未来估值的影响
- 市场是充分自由竞争的,每个交易者都是价格的接收者
- 价格曲线是随机游走的,资产回报率符合正态分布,价格变动是无记忆的。

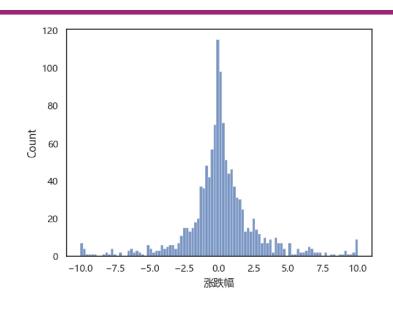
矛盾 01

Banz "规模效应" Jagadeesh和Titman "动量效应" Tinic和West "一月效应"

矛盾 02

金融产品收益 率曲线

尖峰厚尾





分形插值在金融领域的实证分析

黎红、王宏勇等提出建立了一个改进的分形插值模型,并将该模型与支持向量机模型相结合构造混合预测模型,在短期预测方面有更高的预测精度。

Fractal Market Analysis Applying Chaos Theory to Investment and Economics

埃德加·E·彼得斯在Fractal Market Analysis Applying Chaos Theory to Investment and Economics 中,对R/S分析法,Lyapunov指数的计算,以及金融市场的分形与混沌特征进行系统的分析与介绍。

研究领域存在空白

目前国内外对于碳交易价格变化的研究相对于其他金融市场依然较少,分形理论在金融市场的应用也较少。在分形理论中,基于迭代函数系理论发展的分形插值技术可以用于研究非平稳数据和非光滑曲线的拟合与预测,适用于碳交易市场价格的短期预测,为研究碳交易价格波动的非线性特征提供了新的思路。

分形市场检验



●R/S分析法

有效市场假说认为价格曲线是随机游走的,Einstein给出了 $R=T^{1/2}$ 。对其进行形式推广得到 $R=c\cdot T^H$

这里的H称为Hurst指数,可以衡量长记忆特征。其值的大小反应时间序列是长记忆趋势的还是均值回归趋势的。对于长度为N的时间序列 $\{R(t)\}$,需要经过R/S分析法求解Hurst指数。

- (1) 、将 $\{R(t)\}$ 分割为等长的N个长度为n的观测区间 $I_a(a=1,2\cdots,N)$,某日收益率为 $R_{k,a}$ 。
- (2) I_a 均值为 I_a , 计算该观测区间的n个累计均值离差。

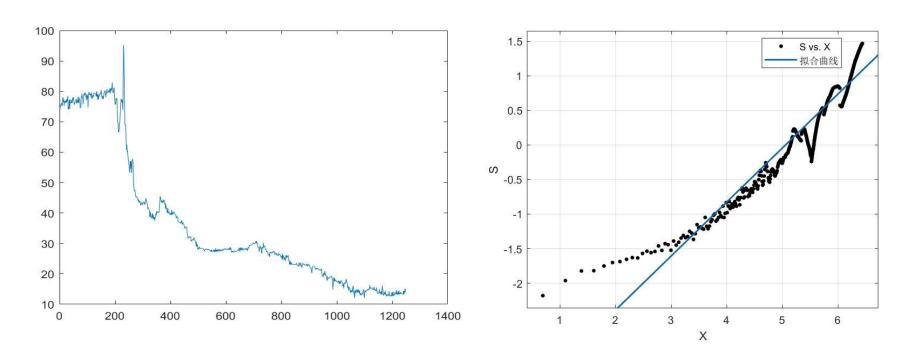
$$X_{k,a} = \sum_{k=1}^{n} (R_{k,a} - \overline{I_a}), a = 1, 2, \dots, N$$

(3)、求得每一观测区间R/S值。极差 $R_{I_a}=\max(X_{k,a})-\min(X_{k,a})$,标准差为 S_{I_a} 。 $R/S_a=R_{I_a}/S_{I_a}$

(4)、对N个观测区间的R/S值取平均,即为n所对应的R/S值。遍历所有可能的n,拟合即可求出Hurst指数。

项目实施——分形性质检验





经过MATLAB编程计算,拟合后,我们得到Hurst指数值为0.7815,由于Hurst指数大于0.5,说明序列存在状态持续性与分形自相似性,即后疫情时代中国碳交易市场的日交易价格具有长期相关性,这也意味着上述数据可以利用分形插值进行拟合并预测。



分形插值是一种构造分形曲线的方法,是由M.F.Barnsley在迭代函数系统基础上提出来的。原理是对一组给定的插值点构造相应的IFS,使IFS的吸引子为通过这组插值点的函数图。一般采取仿射迭代函数系

$$w_i \begin{pmatrix} t \\ x \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} L_i(t) \\ F_i(t,x) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_i & 0 \\ c_i & d_i \end{pmatrix} \begin{pmatrix} t \\ x \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} e_i \\ f_i \end{pmatrix},$$

其满足

$$w_i \begin{pmatrix} t \\ x \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} L_i(t) \\ F_i(t,x) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_i & 0 \\ c_i & d_i \end{pmatrix} \begin{pmatrix} t \\ x \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} e_i \\ f_i \end{pmatrix},$$

其中参数除 d_i 外均有数据确定,称其为纵向伸缩因子。如何确定纵向伸缩因子实现更好的模型效果是插值的关键。

我们编程实现了分形领域顶刊Fractal 中 A Novel Hybrid Fractal Interpolation-SVM Model for Forecasting Stock Price Indexes (2019)提出的新的确定纵向伸缩因子方法。

基于此改进传统的分形插值算法,编程实现对碳交易市场曲线的拟合。





```
def line_segment(time, data, specified time):
        slope = (data[-1] - data[0])/(time[-1] - time[0])
        y = data[0] + slope * (specified time - time[0])
        return y
def getVSF helper(time, data, interval size):
        data = np.array(data)
        time = np.array(time)
        delta = 0
        length = len(data)
        interval size -= 1
        data resample = [data[i] for i in range(0, length, interval size)]
        time resample = [time[i] for i in range(0, length, interval size)]
        for index, sample in enumerate(data resample):
                specified time = time resample[index]
                y = line_segment(time resample, data resample, specified time)
                specified delta = abs(sample - y)
                delta = max(delta, specified delta)
        return delta
```



```
有字理二大学
数学与统计学院
School of Mathematics and Statistics NJUST
```

```
def getVSF(time, data, interval size, interval index, delta):
        data = np.array(data)
        time = np.array(time)
        index start = interval index*(interval size-1)
        data specified = data[index start:index start+interval size]
        time specified = time[index start:index start+interval size]
        delta specified = getVSF helper(data specified, time specified, 2)
        delta = max(delta, delta specified)
        res = delta specified/(delta+1)
        return res
def VSF(time, data, interval size):
        num = len(data)/(interval size-1)
        num = int(np.floor(num))
        delta = getVSF helper(time, data, interval size)
        vsf = np.zeros(num)
        for index in range(num):
                ju = getVSF(time, data, interval size, index, delta)
                vsf[index] = ju
        return delta, vsf
```

混合模型实证分析

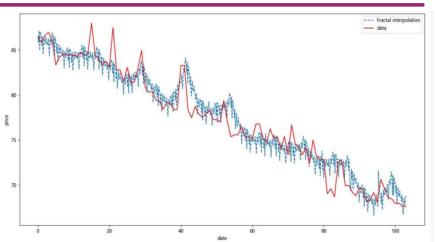


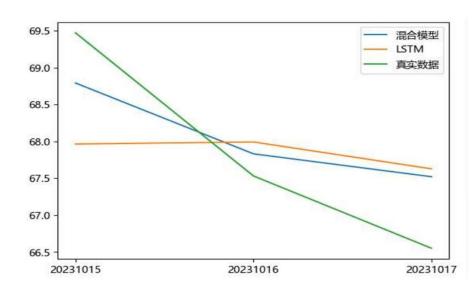
我们采取每隔4个点选取一个插值点的方式, 将2023年5月22日到10月12日的碳交易价格作为 插值点,并利用公式求出纵向插值因子,进而建 立分形插值模型。

蓝色部分是广州碳交易市场交易价格变化的原始数据,红色部分是分形插值模型拟合的结果。 发现建立的分形插值模型对广州碳交易市场的价格序列拟合较好,精度较高。

之后开始预测未来碳交易价格的数据,可以 先利用LSTM神经网络模型对后四天的数据进行 预测。LSTM预测后得到后四天的碳交易价格。

最后我们选取向后预测的第四个数据作为插值点,再利用已知的纵向伸缩因子,就可以预测出分形插值区间2023年10月13日到10月15日共三天的碳交易价格数据。







3

研究广州碳交所混沌特征

下一阶段的工作,我们将计算的广州市碳交所收盘价的 Lyapunov指数,判断其是否具备混沌特征,并对其混沌特征进行研究。

01



比较不同预测模型

对已完成的分形插值与LSTM的混合模型再做新的拓展,尝试与金融常用的SVM、神经网络等系列模型结合,对其预测效果进行对比,最终得到预测效果相对较好的的混合预测模型。

02



挖掘潜在特征

研究后期,我们将对广州市碳交所的历史沿革、行为特征进行更为丰富的调研。尝试对碳价进行数据挖掘,挖掘数据背后潜在的相关特征。

03

THANKS FOR LISTENING

请各位老师批评指正!