

文章编号:1001-4098(2016)01-0017-09

# 市场微观结构下高频交易流动性\*

## ——基于我国商品期货市场的实证研究

刘文文<sup>1</sup>, 乔高秀<sup>2</sup>

(1. 西华大学 经济学院, 四川 成都 610039;

2. 西南交通大学 数学学院, 四川 成都 610039)

**摘 要:**市场微观结构是研究价格形成过程的一门学科,在市场微观结构下进行的交易是高频交易的核心。高频交易者在市场中提供流动性,但与知情交易者交易时会遭受损失,指令流逆向选择高频交易者,这些指令流被认为是有毒的。首先采用一种全新的方法(VPIN)测量我国商品期货市场上的指令流毒性,再次通过蒙特卡洛模拟验证了各种参数组合下 VPIN 的精确性,最后采用 Granger 因果检验研究了 VPIN 与波动之间的关系。实证结果表明 VPIN 可以较好的预测商品期货市场中的指令流毒性,跟踪 VPIN 值可以使流动性提供者控制头寸风险,监管者可以监控市场的流动性质量,提前限制交易或者加强市场监管。本文研究对未来期权市场引入做市商制度具有一定理论指导及现实意义。

**关键词:**流动性;指令流毒性;市场微观结构;基于信息交易的概率;VPIN

**中图分类号:**F830 **文献标识码:**A

## 1 引言

市场微观结构是研究价格形成过程的学科,在市场微观结构下的交易是高频交易的核心。高频交易近年在国内备受关注,在高频交易的环境下,高频交易者可能会因为信息不对称导致逆向选择从而遭受损失且清算头寸离开市场,对市场的流动性产生一定的影响。2010 年 5 月 6 日道琼斯工业指数盘中大跌近 1000 点,被称为“flash crash”,这次事件引起有关监管机构及业界的高度关注。Easley (2011)<sup>[1]</sup>指出指令流毒性是导致“flash crash”事件的原因。做市商或者高频交易者对市场提供流动性,但是当他们遇到信息交易者时会遭受损失,指令流会逆向选择做市商,即被称为指令流毒性。

在早期市场微观结构理论主要重点研究的是供给和需求的随机特征, Loyons (2001)<sup>[2]</sup>提出市场微观结构学说里包含了两种基本模型:存货模型和信息模型。后来市场微观结构研究的重点在于价格与市场信息集成特性。Glosten 和 Milgrom (1985)<sup>[3]</sup>提出交易作为信息的信号这一概念,将动态的因素引入到信息模型中,模型中通过分

析订单流传递的信息来确定做市商的买卖价差。Easley 和 O'Hara (1987)<sup>[4]</sup>对 Glosten 和 Milgrom 模型中的一些假设作了修改。文章中发现交易数量比较大的订单往往最后的成交价格并不理想。Easley 等 (1996)<sup>[5]</sup>研究中提出了 PIN 模型判断的新算法,这个算法是从序列报价中进行推断。Easley 等 (2008)<sup>[6]</sup>对上述统计方法进行扩展,研究中采用 GARCH 模型模拟知情交易者和非知情交易者时变的到达概率。Cvitanic 和 Kirilenko (2010)<sup>[7]</sup>首次用理论模型来研究高频交易怎样影响市场的。当高频交易者出现时,交易价格分布具有更薄的尾部,并且更多的价格聚集在均值附近。Kulesza 和 Nevmyvaka (2010)<sup>[8]</sup>通过分析纽约证券交易所交易和报价数据发现美国高频交易者通过交易最多盈利达到 213 亿美元。Hasbrouck 和 Saar (2011)<sup>[9]</sup>通过交易活动的观察,分析了微妙交易策略,他们发现这种活动降低了波动性和价差,增加了订单的深度。Easley 等 (2011)<sup>[1]</sup>提出一种新的研究思路,该研究在模型中采用等交易量方法估计市场中的指令流毒性。

本文将 VPIN 模型应用于我国商品期货市场, VPIN 模型可以在我国的衍生品市场中得到许多的应用。首先,

\* 收稿日期:2014-06-20;修订日期:2014-11-20

基金项目:中国博士后科研基金面上项目(2013M541526);国家自然科学基金面上项目(71271173);西华大学校重点项目(zwl421239)

作者简介:刘文文(1982-),女,河北沧州人,西华大学经济学院讲师,博士,研究方向:金融工程,行为金融学;乔高秀(1982-),女,山东济南人,西南交通大学数学学院讲师,博士后,研究方向:金融工程。

我国期货市场中存在许多高频交易者,交易者可以通过 VPIN 作为盘中风险控制指标;其次,我国监管部门可以通过 VPIN 指标监控市场流动性的“质量”,对市场中可能出现的风险提前限制;再次,交易者也可以用 VPIN 来设计算法控制订单的执行风险。我国 2015 年即将推出期权,交易所积极引入做市商制度,VPIN 指标可以为期权做市商提供风险控制工具,促进我国衍生品市场健康运作。

## 2 模型和方法

### 2.1 基于信息交易的概率 PIN

早期的市场微观结构模型 PIN (Probability of Informed Trading)假设流动性提供者与其他交易者之间在交易时间内( $i=1,2,\dots,I$ )不断重复的游戏。当交易开始时,许多信息事件是相互独立的并且以概率  $\alpha$  发生。模型假设当交易者进行交易时有两种动机,一是交易者根据自己持有的私人信息进行交易;二是交易者提供外生流动性交易。因此该模型假设好消息发生的概率为  $1-\delta$ ,则坏消息发生的概率为  $\delta$ 。若信息交易者的私有信息为好消息,则信息公布后资产价格会上涨至  $\bar{S}_i$ ;同理,如果信息是坏消息时资产价格为  $\underline{S}_i$ ,其中  $\bar{S}_i > \underline{S}_i$ 。假设交易者进入市场交易服从泊松分布,做市商或高频交易者不断的观察市场交易情况,并且通过贝叶斯学习不断更新已有信息,若交易时间内买卖订单的到达率为  $\epsilon$ ,当信息出现时买卖订单到达率为  $\mu$ 。令  $P(t)=(P_n(t),P_b(t),P_g(t))$  分别为高频交易者在时刻  $t$  时关于“*No News*”“*Bad News*”“*Good News*”的判断,且在 0 时刻  $P(0)=(1-\alpha,\alpha\delta,\alpha(1-\delta))$ 。时刻  $t$  的买卖价差则表示为:

$$\begin{aligned} \Sigma(t) &= \frac{\mu P_g(t)}{\epsilon + \mu P_g(t)} (\bar{S}_i - E[S_i|t]) \\ &\quad + \frac{\mu P_b(t)}{\epsilon + \mu P_b(t)} (E[S_i|t] - \underline{S}_i) \end{aligned} \tag{1}$$

式(1)的右端为高频交易者与信息交易者进行资产交易时产生的潜在损失概率之和,为简化式(1),令好消息和坏消息出现的概率相等,表达为  $\delta=1-\delta$ ,通过化简式(1)可以得到更为简单的形式: $\Sigma=\frac{\alpha\mu}{\alpha\mu+2\epsilon}(\bar{S}_i-\underline{S}_i)$ ,其中  $\alpha\mu+$

$2\epsilon$  为市场中信息交易者和非信息交易者交易订单的到达概率, $\alpha\mu$  为信息交易者交易订单的概率,两者之比定义为基于信息交易的概率  $PIN=\frac{\alpha\mu}{\alpha\mu+2\epsilon}$ 。

### 2.2 等交易量信息交易概率 VPIN

Easley(2011)<sup>[1]</sup>对上述 PIN 模型进行改进,建立的新模型 VPIN 则不需要估计 PIN 中一系列不可观测的参数。VPIN 模型将每天的交易量划分为等交易量篮子(该方法买卖交易量的划分是参考 Easley(2013)<sup>[11]</sup>提出的“BVC”算法。),每个篮子分为买的交易量  $V_r^B$  和卖的交易量  $V_r^S$  ( $r=1,2,\dots,n$ ),即  $V_r^B+V_r^S=V$ ,令:

$$\begin{aligned} V_r^B &= \sum_{i=t(r-1)+1}^{t(r)} V_i \cdot Z\left(\frac{P_i - P_{i-1}}{\sigma_{\Delta P}}\right) \\ V_r^S &= \sum_{i=t(r-1)+1}^{t(r)} V_i [1 - Z\left(\frac{P_i - P_{i-1}}{\sigma_{\Delta P}}\right)] = V - V_r^B \end{aligned} \tag{2} \textcircled{1}$$

该模型关键之处是在模型中引入了交易量,无论何种类型的交易者根据私有信息进行交易时,交易最终都会会在市场中转化为交易量。Easley(2008)<sup>[7]</sup>研究中证明了不平衡订单流的期望值  $E[|V_r^S-V_r^B|]\approx\alpha\mu$ ,通过对模型化简可以得到 VPIN:

$$VPIN = \frac{\alpha\mu}{\alpha\mu+2\epsilon} = \frac{\alpha\mu}{V} \approx \frac{\sum_{r=1}^n |V_r^S - V_r^B|}{nV} \tag{3}$$

## 3 我国商品期货市场指令流毒性(VPIN)的实证研究

本节主要研究我国商品期货中指令流毒性,螺纹钢期货、铜期货、豆油期货是重要的大宗商品期货,因此本文选取这三个品种进行实证研究。

### 3.1 测量铜期货市场的指令流毒性

本小节选取 2011 年 3 月 29 日至 2011 年 12 月 15 日上海交易所铜期货合约 500 微秒数据,高频数据使得参数估计范围更加精确。通过 matlab 编程及参数优化选择估计 VPIN 时选定的参数为(40,10000)<sup>②</sup>,即 40 秒时间限制和交易篮子大小为 10000,其描述性统计分析结果如下:

表 1 铜期货 VPIN 描述性统计

| 统计特征   | 均值      | 方差     | 偏度      | 峰度     | JB 值     | 观测值  |
|--------|---------|--------|---------|--------|----------|------|
| VPIN   | 0.2189  | 0.0159 | 1.6653  | 2733   | 212.7181 | 4687 |
| lnVPIN | -1.6608 | 0.0139 | -0.1455 | 5.2535 | 13.9124  | 4687 |

①  $Z(\cdot)$  是标准正态分布的累积分布函数(CDF)。  
② 参数选取 VPIN 与标的波动相关性最大的组合。



表 1 给出了铜期货 VPIN 的描述性统计, VPIN 的偏度及超额峰度均大于零, 说明这个序列具有后尾性、右偏的特征, 并不服从标准正态分布。图 1 给出了所有样本时期的 VPIN 的经验分布。首先观察估计铜期货 VPIN 的分

布, 可以看出 VPIN 分布基本上是呈对数正态分布。因此使用调整后的对数正态分布累积函数可以判断指令流毒性是否处于正常水平。

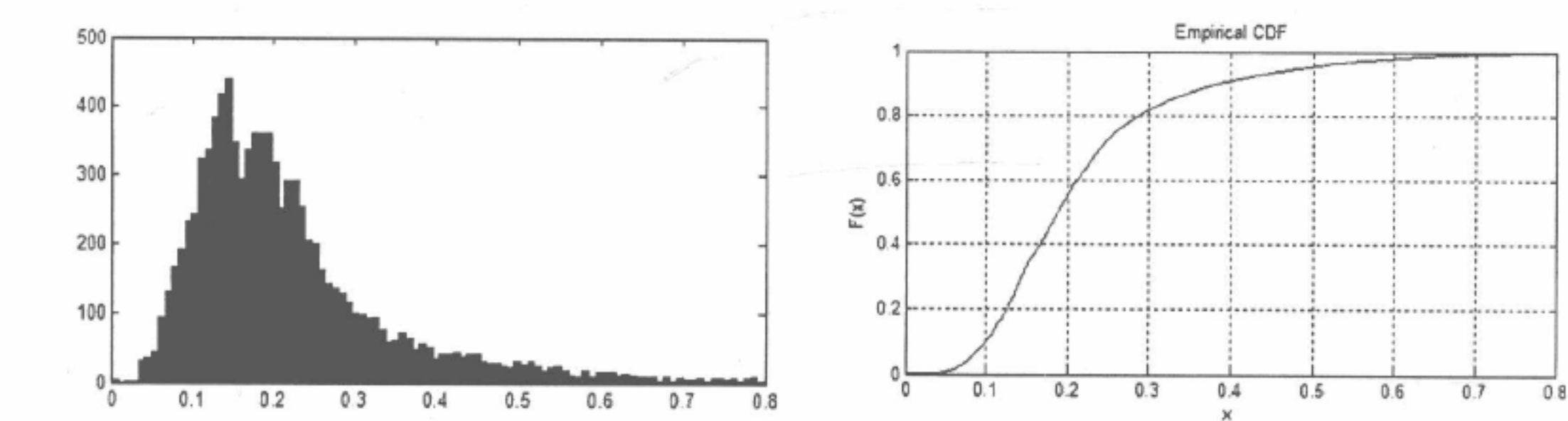


图 1 铜期货 VPIN 的频率和经验分布

从铜期货 VPIN 的经验分布及累积分布函数可以看出, 60% 的 VPIN 处于较低水平, 而 VPIN 大于 0.4 的概率小于 10%, 表明 VPIN 出现极端情形的概率较小, 样本区间所估计的 VPIN 值, 其中 97% 属于正常范围。

为了验证 VPIN 模型是否适用于我国铜期货市场, 是否有很好的预警作用, 挑选 2011 年 9 月 26 日这一天, 当天铜期货的开盘价格为 55940, 收盘价格为 53320, 指数下跌幅度很大, 下跌了 4.5%。对于下跌情形, 从图 2 中可以

观察到, VPIN 值在大跌的那一天开盘时 VPIN 值迅速升高, 之后下降到 0.3 左右, 但是之后又回升到 0.5 左右, VPIN 一直保持着较高水平。VPIN 的累积分布函数值一直维持在 0.9 以上, 此时监管者及流动性提供者应该提高警惕。对于上涨情形, 观察一下 9 月 30 日这一天, 铜期货开盘价格为 52550, 收盘价格为 54790, 这一天价格上涨了 4.1%。图 2 展示了这一天 VPIN 的表现, 这一天 VPIN 值维持在 0.4 左右, CDF(VPIN) 维持在 0.9 左右。

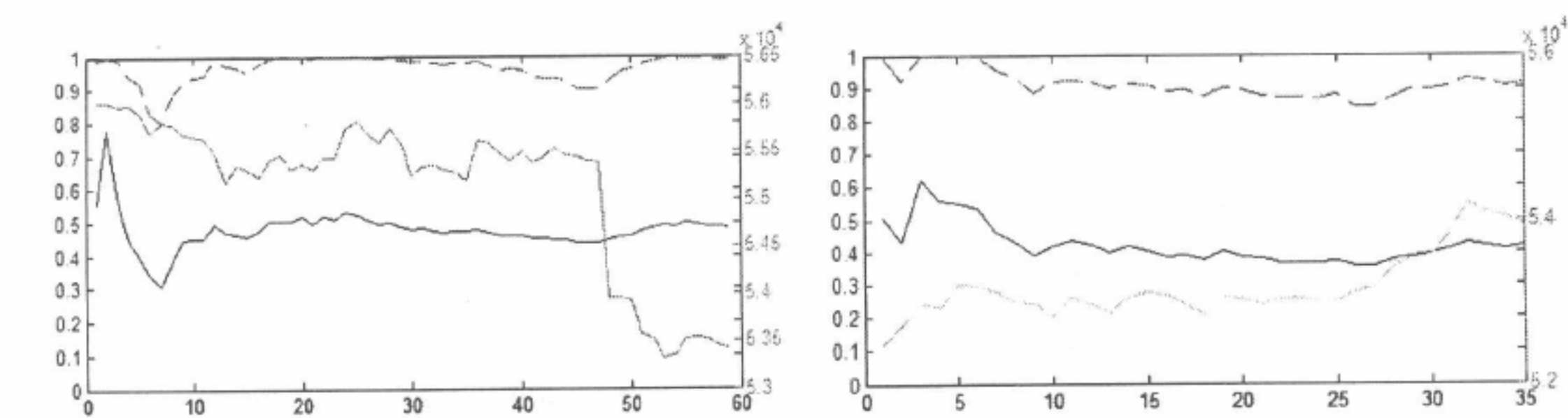


图 2 2011 年 9 月 26 日和 9 月 30 日沪铜期货的 VPIN 表现

3.2 测量螺纹钢期货市场的指令流毒性

螺纹钢期货是上海交易所交易的钢材期货, 并且是商品期货中交易量较大品种, VPIN 模型是否适用于螺纹钢期货市场? 选取 2011 年 3 月 29 日至 2011 年 12 月 15 日

螺纹钢期货主力合约实时交易数据。对样本数据进行计算, 得到每天约 81 个 VPIN 值。从表 2 及图 3 中可以看出螺纹钢期货 VPIN 经验布和铜期货的 VPIN 经验分布基本相同。

表 2 螺纹钢期货 VPIN 的描述性统计

| 统计特征   | 均值      | 方差     | 偏度      | 峰度     | JB 值     | 观测值  |
|--------|---------|--------|---------|--------|----------|------|
| VPIN   | 0.2337  | 0.0172 | 2.1071  | 8.526  | 392.7817 | 8618 |
| lnVPIN | -1.5572 | 0.0139 | -0.5857 | 3.4039 | 19.5271  | 8618 |

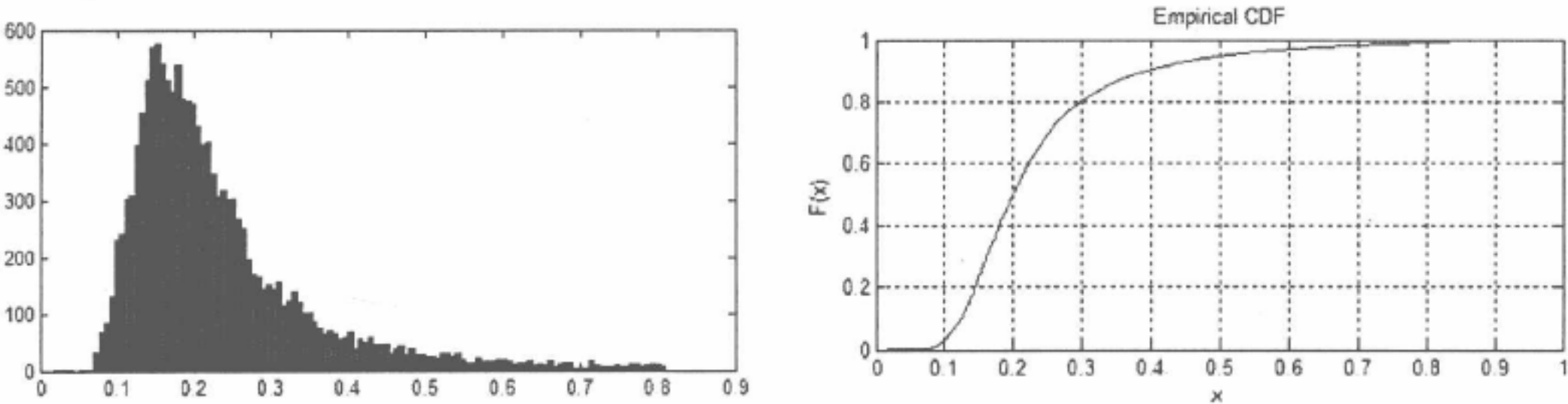


图 3 螺纹钢期货 VPIN 频率和凯验分布

同样分析 9 月 26 日这一天螺纹钢期货的 VPIN 表现情况。9 月 26 日这一天,螺纹钢期货开盘价格为 4500,收盘价格为 4398,跌幅为 2.26%。通过图 4 可以看出 CDF

(VPIN)一直维持 70%的高位,VPIN 确实可以预测螺纹钢期货市场上的指令流毒性。

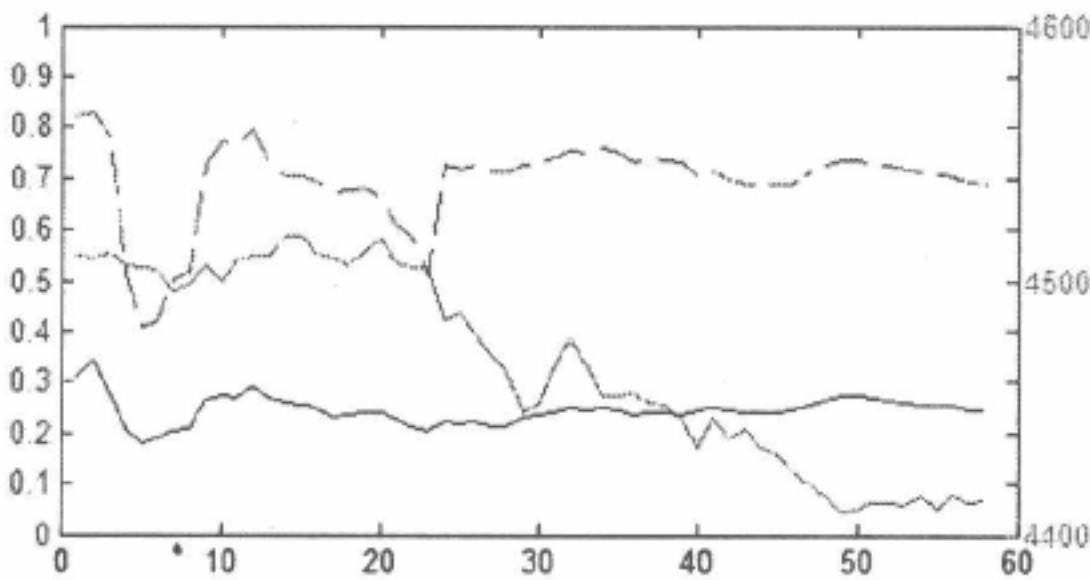


图 4 9 月 26 日螺纹钢期货 VPIN 表现

3.3 测量豆油期货市场的指令流毒性

豆油期货是大连商品交易所交易的商品期货,选取从 2011 年 3 月 29 日至 2011 年 12 月 15 日豆油期货活跃合

约 500 微秒高频数据,对豆油期货市场指令流毒性进行估计,描述性统计结果如表 3 所示。

表 3 豆油期货 VPIN 描述性统计

| 统计特征   | 均值      | 方差     | 偏度     | 峰度      | JB 值     | 观测值  |
|--------|---------|--------|--------|---------|----------|------|
| VPIN   | 0.2133  | 0.0155 | 2.3282 | 10.1303 | 341.9124 | 5391 |
| lnVPIN | -1.6702 | 0.0284 | 0.5054 | 4.0324  | 18.0215  | 5391 |

图 5 为豆油期货在样本时间内所估计的 VPIN 的频率和经验分布, 可以看出豆油期货的 VPIN 也是基本上呈对数正态分布。同样分析豆油期货在 9 月 26 日的 VPIN 的表现。豆油期货在这一天的开盘价格 9544, 收盘价格为

9224, 下跌了 3.3%。图 6 展示了 9 月 26 日这一天的 VPIN 和价格的表现。可以看出 VPIN 在这一天的平均值为 0.31, 且 CDF 也在 70% 以上。

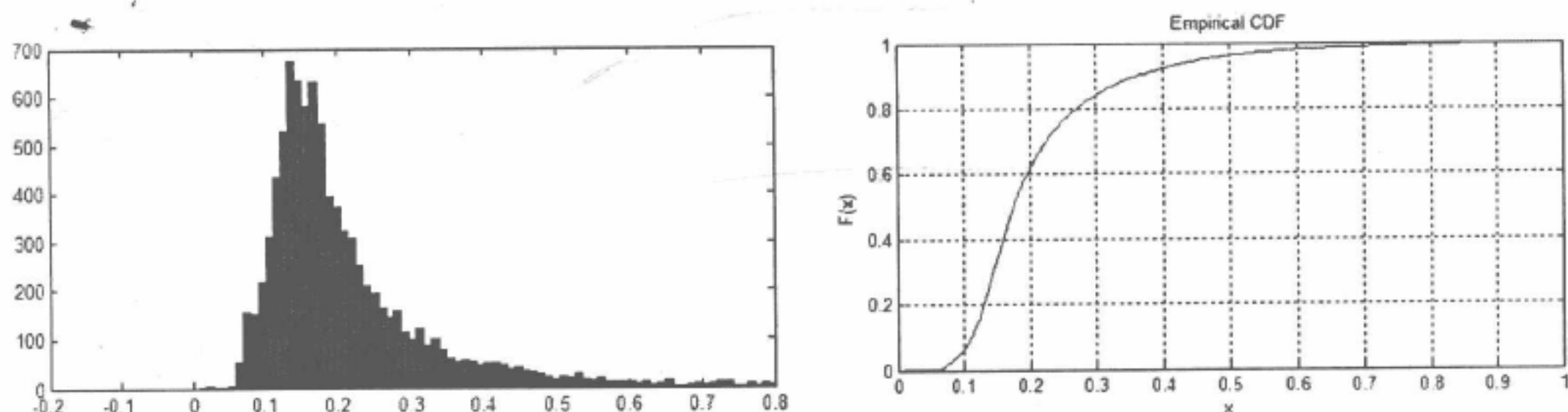


图 5 豆油期货 VPIN 频率和经验分布

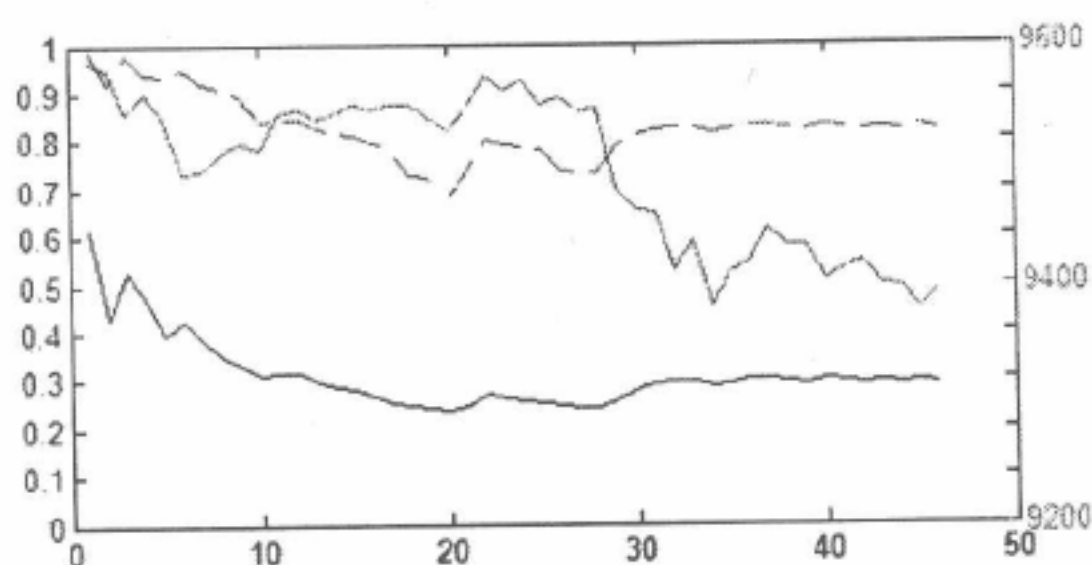


图 6 豆油期货在 9 月 26 日 VPIN 表现

通过对以上三个商品期货市场情况分析, 可以看出在市场大涨或者大跌时, VPIN 确实表现出一定的预警功能, 但以上是对特殊情况的初步判断, 因此第 4 节进一步对 VPIN 的精确性与预测性进行分析。

## 4 VPIN 稳定性、精确性及与波动之间的关系

### 4.1 商品期货市场 VPIN 的稳定性与精确性

VPIN 模型中有两个重要的参数: 一篮子交易量和交易开始的时点。不同的时间限制及交易篮子可能会对 VPIN 结果产生不同的影响。首先, 本文计算了使用不同的时间限制时 VPIN 表现, 得到的结果基本相同。当使用实时交易数据时, 得到的结果与其它结果的相差较大。

Easley (2012)<sup>[1]</sup> 文章中认为使用实时交易数据并不能够将交易量进行精确的分类, 因此除去使用 500 微妙数据, 使用其它时间限制对结果的影响并不显著。交易记录的变化对于 VPIN 的影响并不十分显著。丢失的数据并不会持续的影响 VPIN 的值, 更不会衍生持续较高的 CDF (VPIN), 因此, 交易记录的变化并不会对 VPIN 的稳定性造成较大的影响。

本文通过蒙特卡洛模拟委托订单流, 在计算 VPIN 时需要设定三个参数, 根据本文的方法, 每个篮子的交易量  $\frac{1}{n} \sum_{r=1}^n (V_r^B + V_r^S) = V$  是常数, 订单买卖到达率  $\epsilon = \frac{V - \alpha\mu}{2}$ , 只需要通过蒙特卡洛模拟两个参数  $(\alpha, \mu)$ , 其中  $\alpha \in [0, 1]$  且  $\mu \in [0, V]$ ,  $V = 1000, n = 50$ 。计算 VPIN 的方法



是对每个节点上的交易量分为麦量和卖量,因此在模拟  $\alpha$  时取 10 个节点,每个节点上的数据进行 5000 次模拟,蒙特卡洛模拟的总数量为  $11^2 \times 5000$ 。表 4 为根据式(3)计算的 VPIN 值。通过图 7 可以看出蒙特卡洛模拟估计的 VPIN 偏差较小,蒙特卡洛模拟的均值与实际值的误差最大为  $4 \times 10^{-3}$ 。

表 4 根据  $(\alpha, \mu)$  计算 VPIN 真实值

| $(\alpha, \mu)$ | 0    | 100  | 200  | 300  | 400  | 500  | 600  | 700  | 800  | 900  | 1000 |
|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0               | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 0.1             | 0.00 | 0.01 | 0.02 | 0.03 | 0.04 | 0.05 | 0.06 | 0.07 | 0.08 | 0.09 | 0.1  |
| 0.2             | 0.00 | 0.02 | 0.04 | 0.06 | 0.08 | 0.10 | 0.12 | 0.14 | 0.16 | 0.18 | 0.2  |
| 0.3             | 0.00 | 0.03 | 0.06 | 0.09 | 0.12 | 0.15 | 0.18 | 0.21 | 0.24 | 0.27 | 0.3  |
| 0.4             | 0.00 | 0.04 | 0.08 | 0.12 | 0.16 | 0.20 | 0.24 | 0.28 | 0.32 | 0.36 | 0.4  |
| 0.5             | 0.00 | 0.05 | 0.10 | 0.15 | 0.20 | 0.25 | 0.30 | 0.35 | 0.40 | 0.45 | 0.5  |
| 0.6             | 0.00 | 0.06 | 0.12 | 0.18 | 0.24 | 0.30 | 0.36 | 0.42 | 0.48 | 0.54 | 0.6  |
| 0.7             | 0.00 | 0.07 | 0.14 | 0.21 | 0.28 | 0.35 | 0.42 | 0.49 | 0.56 | 0.63 | 0.7  |
| 0.8             | 0.00 | 0.08 | 0.16 | 0.24 | 0.32 | 0.40 | 0.48 | 0.56 | 0.64 | 0.72 | 0.8  |
| 0.9             | 0.00 | 0.09 | 0.18 | 0.27 | 0.36 | 0.45 | 0.54 | 0.63 | 0.72 | 0.81 | 0.9  |
| 1               | 0.00 | 0.10 | 0.20 | 0.30 | 0.40 | 0.50 | 0.60 | 0.70 | 0.80 | 0.90 | 1    |

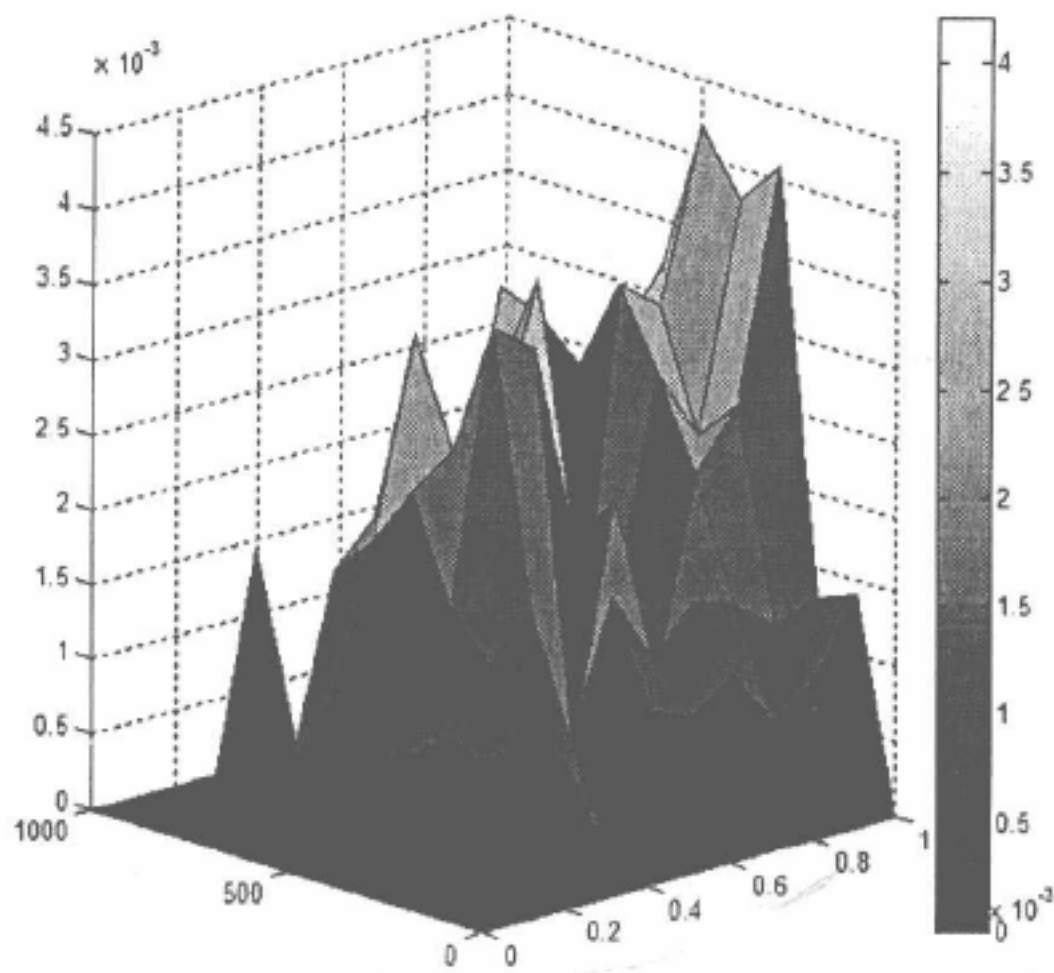


图 7 蒙特卡洛均值估计误差

4.2 商品期货市场 VPIN 预警能力

首先,采用 Granger 因果检验来验证 VPIN 与波动之

间是否存在引导关系<sup>①</sup>,即 VPIN 是否能够预测大的波动。通过表 5 可以看出 VPIN 在铜期货、螺纹钢期货与豆

<sup>①</sup> 在进行 Granger 因果检验之前,对序列  $\ln(\text{VPIN})$  与序列  $(\frac{P_t}{P_{t-1}} - 1)$  进行了平稳性检验,两个序列均为平稳序列,Granger 因果检验的滞后阶数为 1。

油期货市场中比较显著的引导波动,对波动具有一定预测作用。

表 5 Granger 因果检验

| 原假设  | 铜期货                | 螺纹钢期货              | 豆油期货               |
|--|--------------------|--------------------|--------------------|
| $\ln(\text{VPIN}_{t-1})$ 不是 $(\frac{P_t}{P_{t-1}}-1)$ 的 Granger 原因 | 3.2791<br>(0.0803) | 2.2621<br>(0.1012) | 2.2982<br>(0.1184) |
| $(\frac{P_t}{P_{t-1}}-1)$ 不是 $\ln(\text{VPIN}_{t-1})$ 的 Granger 原因 | 1.0412<br>(0.1893) | 1.0821<br>(0.2019) | 1.0901<br>(0.2201) |

其次,当期货市场上出现很高的波动时先前的 VPIN 值表现如何?下面将采用条件概率来分析上述问题。在计算条件概率之前,则需要计算 VPIN 与绝对收益率的联合概率分布。表 6 中第一行为两个相邻篮子的绝对收益,第

一列为 VPIN 数值。表中的数值为绝对收益给定时 VPIN 的边际分布。从 VPIN 的条件概率结果可以看出,当交易篮子波动较大时,先前的 VPIN 值变大的概率较高,即 VPIN 可以在大的波动之前作出反应。

表 6  $\text{prob}(\text{VPIN}_{t-1}|\frac{P_t}{P_{t-1}}-1)$

|      |       |       |        |        |        |        |        |
|------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
|      | 0.25% | 0.50% | 0.75%  | 1.00%  | 1.25%  | 1.50%  | 1.75%  |
| 0.05 | 4.97% | 1.45% | 0.79%  | 0.00%  | 0.00%  | 0.00%  | 0.00%  |
| 0.10 | 5.31% | 2.37% | 0.88%  | 0.00%  | 0.00%  | 0.00%  | 0.00%  |
| 0.15 | 5.62% | 2.11% | 1.29%  | 0.00%  | 0.00%  | 0.00%  | 0.00%  |
| 0.20 | 6.81% | 2.68% | 1.10%  | 0.03%  | 0.00%  | 0.00%  | 0.00%  |
| 0.25 | 6.90% | 2.92% | 1.38%  | 2.31%  | 0.00%  | 0.00%  | 0.00%  |
| 0.30 | 7.91% | 3.02% | 2.01%  | 3.75%  | 0.00%  | 0.00%  | 0.00%  |
| 0.35 | 7.83% | 3.98% | 3.98%  | 7.98%  | 0.00%  | 0.00%  | 0.00%  |
| 0.40 | 8.93% | 5.10% | 3.88%  | 8.89%  | 1.21%  | 0.02%  | 0.00%  |
| 0.45 | 8.05% | 6.12% | 3.11%  | 4.32%  | 0.00%  | 0.08%  | 0.00%  |
| 0.50 | 8.03% | 6.98% | 4.01%  | 0.00%  | 0.00%  | 1.67%  | 0.00%  |
| 0.55 | 6.97% | 7.65% | 5.89%  | 1.23%  | 0.00%  | 0.00%  | 0.00%  |
| 0.60 | 5.03% | 7.10% | 6.95%  | 6.04%  | 0.00%  | 0.00%  | 0.00%  |
| 0.65 | 5.22% | 8.11% | 7.32%  | 0.00%  | 0.00%  | 0.00%  | 0.00%  |
| 0.70 | 3.18% | 8.23% | 8.22%  | 0.00%  | 0.00%  | 3.24%  | 0.00%  |
| 0.75 | 3.17% | 8.98% | 8.64%  | 3.46%  | 12.98% | 8.28%  | 5.16%  |
| 0.80 | 2.60% | 7.09% | 12.78% | 9.89%  | 10.34% | 12.78% | 12.46% |
| 0.85 | 2.44% | 7.21% | 10.99% | 30.12% | 23.33% | 30.27% | 30.22% |
| 0.90 | 1.03% | 8.90% | 16.78% | 21.98% | 52.14% | 43.66% | 52.16% |

Easley 等(2011)<sup>[1]</sup>文章中只考虑了在市场出现大跌情况下 VPIN 的预警作用。本文在此基础之上分析市场大涨情况下 VPIN 的表现,进一步分析 VPIN 与未来波动性

的关系。将 VPIN 按照升序排列等分为 10 组,分析每组市场的超短期跳跃与 VPIN 之间的关系。若未来  $T$  个篮子里出现至少一个篮子的收益率在 $[\text{篮子收益率均值}-3\times\text{篮}$

子收益率标准差,篮子收益率均值+3×篮子收益率标准差]区间之外,则认为市场发生超短期跳跃。当跳跃大于收益率均值+3×篮子收益率标准差,记为向上跳跃(up),反之记为向下跳跃(down)。分别取  $T=50,100,150$  时在不同 VPIN 各个区间内,统计出现向上或向下跳跃的比例。

表 7 未来  $T$  各篮子市场出现超短期跳跃比例

| VPIN    | $T=50$ |      |            | $T=100$ |      |            | $T=150$ |      |            |
|---------|--------|------|------------|---------|------|------------|---------|------|------------|
|         | Up     | Down | Up or down | Up      | Down | Up or down | Up      | Down | Up or down |
| 0~0.1   | 7%     | 6%   | 12%        | 23%     | 21%  | 38%        | 33%     | 35%  | 46%        |
| 0.1~0.2 | 11%    | 12%  | 17%        | 26%     | 26%  | 37%        | 44%     | 38%  | 53%        |
| 0.2~0.3 | 16%    | 14%  | 26%        | 31%     | 30%  | 40%        | 49%     | 36%  | 56%        |
| 0.3~0.4 | 17%    | 19%  | 28%        | 33%     | 34%  | 45%        | 54%     | 40%  | 61%        |
| 0.4~0.5 | 22%    | 24%  | 33%        | 36%     | 36%  | 48%        | 54%     | 44%  | 64%        |
| 0.5~0.6 | 28%    | 26%  | 36%        | 40%     | 41%  | 50%        | 51%     | 42%  | 62%        |
| 0.6~0.7 | 31%    | 29%  | 40%        | 42%     | 43%  | 53%        | 57%     | 46%  | 66%        |
| 0.7~0.8 | 33%    | 32%  | 44%        | 43%     | 45%  | 56%        | 55%     | 41%  | 61%        |
| 0.8~0.9 | 42%    | 40%  | 46%        | 45%     | 47%  | 58%        | 59%     | 49%  | 67%        |
| 0.9~1.0 | 45%    | 44%  | 50%        | 52%     | 50%  | 60%        | 58%     | 45%  | 66%        |

通过分析表 7 可知,随着 VPIN 的逐渐增大,无论  $T=50,100$  或者  $150$  时,未来出现向上或向下大幅波动所占比例逐渐增大,并且出现向上跳跃或向下跳跃的比例相当,并无明显的方向性。这进一步表明 VPIN 不仅能够很好的预测市场大跌的情形,同样也能够很好预测市场大涨的情形。

为了更好地分析 VPIN 对较大波动的表现,本文计算  $\ln(\text{VPIN})$  与价格绝对回报的 Pearson's 相关系数

$\rho(\ln(\text{VPIN}_{t-1}),(\frac{P_t}{P_{t-1}}-1))$ 。首先将数据划分为一系列子集,子集一对应的 VPIN 的范围为  $(0,0.1)$ ,子集二对应的 VPIN 的范围为  $(0,0.2)$ ,以此类推,分别计算每个子集的 Pearson's 相关系数,如图 8 所示,从图中可以看出三个期货市场的波动加大时 VPIN 明显的上升,当市场中的指令流毒性上升时,VPIN 与波动的相关性显著的增强。

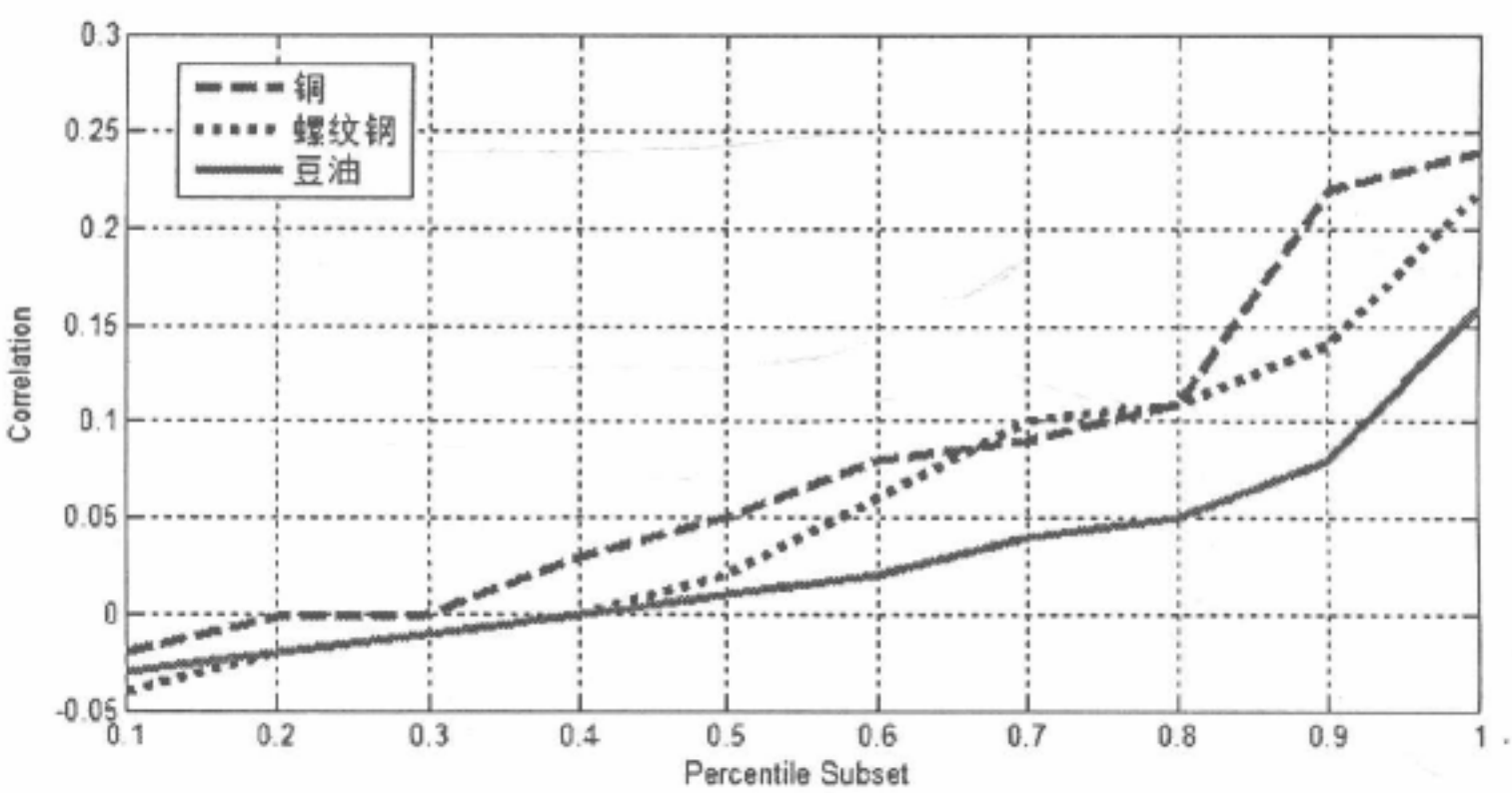


图 8 数据集的门限相关性



## 5 结论

本文从市场微观结构入手,分析了铜期货市场、螺纹钢期货市场与豆油期货市场的指令流毒性。基于高频数据的VPIN方法对交易数据进行挖掘,对市场的未来波动进行预测。VPIN模型利用不断更新VPIN值来模拟新信息的到达速度,这是该模型及程序的一个重要优势。本文不仅估计了三个期货市场中的指令流毒性,CDF(VPIN)在市场大涨或者大跌之前均表现出较高的异常水平,VPIN及CDF(VPIN)都能够很好的对波动进行一定的预测,而且通过蒙特卡洛模拟说明了VPIN的精确性。

本文的实证结果表明VPIN模型确实可以测量到我国商品期货市场中的指令流毒性,无论是在上涨行情还是下跌行情中,VPIN均具有很好的预警作用,这与传统的极大似然估计方法相比较更直观深入,VPIN方法作为市场知情交易比例的刻画量,描述了市场的指令流毒性,提供了一种有效的风险管理工具,对学术界及监管者具有重要的参考价值。另外,国外成熟市场中基本采用做市商制度,而我国在这方面的理论与实践的经验尚浅,因此本文的研究对未来期权市场引入做市商制度具有一定的理论指导及现实意义。

### 参考文献:

- [1] Easley D, et al. The microstructure of the “flash crash”: Flow toxicity, liquidity crashes and the probability of informed trading [J]. The Journal of Portfolio Management, 2011, 37(2): 118~128.
- [2] Lyons R K. The microstructure approach to exchange rates[M]. Cambridge, MA: MIT press, 2011.
- [3] Glosten L R, et al. Bid ask and transaction prices in a specialist market with heterogeneously informed traders [J]. Journal of Financial Economics, 1985, 14(2): 71~100.
- [4] Easley D, O'Hara M. Time and the process of security price adjustment [J]. Journal of Finance, 1987, 47(2): 577~606.
- [5] Easley D, et al. Liquidity, information, and infrequently traded stocks [J]. Journal of Finance, 1996, 51(4): 1405~1436.
- [6] Easley D, et al. Time-varying arrival rates of informed and uninformed traders [J]. Journal of Financial Econometrics, 2008, 6(2): 171~207.
- [7] Cvitanic J, Kirilenko A. High frequency traders and asset prices[Z]. SSRN Working Paper, 2013.
- [8] Kearns M, et al. Empirical limitations on high frequency trading profitability [Z]. SSRN Working Paper, 2013.
- [9] Hasbrouck J, et al. Johnson school research paper series [M]. AFA 2012 Chicago Meetings Papers, 2013.
- [10] Easley D, et al. Bulk classification of trading activity[Z]. SSRN Working Paper, 2013.

## Liquidity in High Frequency Trading under the Market Microstructure

### — Empirical Research Based on the Commodity Futures

LIU Wen-wen<sup>1</sup>, QIAO Gao-xiu<sup>2</sup>

(1. Xihua University, Chengdu 610039, China;

2. School of Mathematics, Southwest Jiaotong University, Chengdu 610039, China)

**Abstract:** Market microstructure is a subject that unveils the process of the research on pricing, the trading under this structure is the core of high frequency trading. Order flow is regarded as toxic when it adversely selects high frequency traders, who are unaware that they are providing liquidity at their own loss. First this paper uses the newest method (VPIN) to measure order flow toxicity in commodity futures. Second, Monte Carlo experiments show VPIN to be accurate for all theoretically possible combinations of parameters. Finally, Granger causality test confirms that the VPIN metric has forecasting power on the magnitude of returns. The empirical results show that VPIN can predict the flow toxicity in commodity futures. Tracking the VPIN would allow market makers or liquidity provider to control their risk. Regulator can monitor the “quality” of liquidity provision, and can pro-actively move to restrict trading or impose market controls. Therefore, this paper can provide theoretical guidance and practical significance for options market introducing market maker system in the future.

**Key words:** Liquidity; Flow Toxicity; Market Microstructure; Probability of Informed Trading; VPIN