

doi:10.3969/j.issn.1674-8131.2012.01.014

金融市场回复性与间歇性交互效应研究^{*}

付 辉,赵果庆

(云南财经大学 统计与数学学院,昆明 650221)

摘 要:基于 Lux 和 Marchesi(1999)的研究,具有 3 种行为特质的交易者禀赋使金融市场交易者行为具有相对同质性与绝对异质性,进而使金融市场可能存在回复性与间歇性的交互效应。以 3 种具有回复性或间歇性的信号波对上证指数和道琼斯指数波动进行计量检验,结果证实了上证指数和道琼斯指数的波动均受回复性与间歇性交互效应的影响,其中上证市场的影响更为强烈,说明道琼斯市场的有效性高于上证市场。因此,金融市场价格波动的复杂性不仅在于市场中存在回复性与间歇性,而且还在于回复性与间歇性的交互效应。

关键词:金融价格波动;回复性;间歇性;噪声交易理论;分形市场理论;基本面价值;交易者禀赋;噪声交易者;基本面交易者

中图分类号:F830.91

文献标志码:A

文章编号:1674-8131(2012)01-0095-07

The Study of Interaction Effects of Reversion and Intermittency in Financial Markets

FU Hui, ZHAO Guo-qing

(Statistics and Mathematics School, Yunnan University of Finance and Economics, Kunming 650221, China)

Abstract: Based on the researches of Lux and Marchesi (1999), the endowment of business dealers with three kinds of behavior idiosyncrasy makes business dealer behaviors in financial market relatively homogeneous and absolutely heterogeneous and further makes financial market have the interactive effect of reversion and intermittency, three kinds of signal waves with reversion and intermittency are used to conduct calculation test for the price fluctuations of Shanghai Stock Composite Index and Dow Jones Industrial Average Index, and the results show that the price volatility of Shanghai Stock Composite Index and Dow Jones Industrial Average Index are both affected by the interaction effects of reversion and intermittency, among which Shanghai Stock Market is affected more strongly, which means that the validity of Dow Jones Market is higher than that of Shanghai Stock Market. Thus, the complexity of price vibration of financial market not only results from reversion and intermittency in the market but also from the interaction effects of reversion and intermittency.

Key words: financial price vibration; reversion; intermittency; noise transaction theory; Fractal Market Hypothesis; basic price; business dealer endowment; noise dealer; fundamental trader

^{*} 收稿日期:2011-10-31;修回日期:2011-12-08

作者简介:付辉(1986—),男,湖北广水人;硕士研究生,在云南财经大学统计与数学学院学习,主要从事行为金融与金融计量研究;E-mail:fuhui16@yahoo.cn。

赵果庆(1964—),男(白族),云南鹤庆人;教授,经济学博士,博士后,2006—2008 年任南开大学副教授,现为云南财经大学特聘教授,主要从事国际直接投资、产业集聚、动态经济与金融工程研究;E-mail:guoqingzh66@163.com。

一、引言

金融价格波动一直都是金融领域的核心问题,中外学者对金融波动的研究也一直未曾停息过。传统的金融波动研究,主要基于以随机游走和有效市场假说为现代金融理论,在一个同质性、完美、静态均衡的线性市场模式下,以正态分布的假定展开。这一研究框架的理论基础就是随机游走理论,其市场表现实质上就是金融证券价格围绕证券基本面价值波动,也就是金融价格波动具有回复机制。

噪声交易理论(Kyle, 1985; Black, 1986; De Long et al, 1990; Shefrin et al, 1994)提出了将交易者区分为信息交易者(价值投资者)和噪声交易者的观点,认为噪声交易对市场具有冲击作用,使得价格无法真实反映市场价值,进而会系统地影响市场流动性、波动性和价格发现。有学者认为噪声交易者的行为破坏了市场的有效性,De Long等(1990)甚至认为噪声交易会长期主宰市场价格发现,即价格会长期偏离基本面价值。此后的行为资产定价理论(Shefrin et al, 1994)在噪声交易理论基础上对市场交易者异质性交易行为进行了深入研究,并对金融市场中个体交易者心理与行为异质性进行了研究,进一步支持了价格会长期偏离基本面价值的观点。然而现实金融市场的价格波动表现出更加复杂和丰富的行为特征,如收益率序列的高峰厚尾特征以及价格波动的集聚性、长记忆性和杠杆效应等。这些行为特征反映出金融波动的新特点,也意味着仅仅用回复机制无法完全解释金融市场的波动。

Mandelbrot和Van Ness(1968)提出了金融市场新的运动模式——分形布朗运动,指出金融波动是一种区别于随机游走的有偏随机运动,并提出金融市场两个基本的行为因素(Mandelbrot et al, 1968; 曼德尔布罗特等, 2009)——诺亚效应(诺亚方舟的故事,上帝对地球的毁灭性破坏)和约瑟夫效应(约瑟夫的故事,七年的饥荒伴随着七年的丰饶)。实质上,诺亚效应反映了价格波动的剧烈性,约瑟夫效应反映了价格波动的集聚性。Peters(1999, 2002)基于分形理论(Mandelbrot, 1982)、非线性理论和分数维时间序列理论提出了金融分形市场假

说,并指出分形布朗运动可以准确刻画金融市场波动。分形市场假说强调市场交易者投资期限的差异性以及由此导致的对同一信息的不同投资者的不同反应行为,认为由于投资期限的差异所导致的市场流动性及决定着市场价格,还认为如果一种证券与经济趋势没有联系,那么它将不具有长期的价格趋势。也就是说,交易、流动性和短期的信息主宰着价格波动。

分形市场理论还认为金融波动序列具有分数维,其概率空间也是分数维的,正由于分数维造成了金融波动的长记忆性,使得证券价格长期偏离基本面价值。该理论通过采用重标极差(R/S)分析方法(Hurst, 1951)来计算金融时间序列的Hurst指数以判断市场是否存在长记忆性和波动序列是否为分数维,认为金融市场存在着正反馈机制,且市场是混沌的,市场的价格波动是一个复杂的非线性系统。Bacry等(2001)、Andreadis等(2002)证明了多重分形现象在金融市场中的普遍存在。多重分形理论研究不同时间标度下金融波动的自相似性、标度不变性以及长记忆性等行为特征。这些理论不仅对金融市场的回复机制提出了更严峻的挑战,而且揭示出金融市场的价格波动具有分形、混沌等复杂的非线性运动机制。

Lux和Marchesi(1999)的研究表明金融市场会由于市场环境的变化和交易者心态的改变而失去稳定性,反映了市场回复机制的暂时失灵,但市场最终还是会回复稳定的,并指出金融市场的失去稳定和回复稳定的交替变化与物理学中的断续间歇性(on-off intermittency)具有相似性。金融市场价格波动的间歇性被首次提及,但并未有研究者进一步深入探讨。因此,正确认识传统金融理论所强调的回复机制、Lux和Marchesi(1999)所提及的间歇性现象以及二者在现实金融波动中可能存在的关系,是一个值得研究的问题。

根据金融市场价格波动的回复机制及所表现出的间歇性特点,本文基于Lux和Marchesi(1999)的随机多主体模型,通过进一步的理论推演,得出“金融市场价格波动中存在回复性和间歇性的交互效应”的理论假说,并引入具有回复性或间歇性特征的信号波对上证市场和道琼斯市场的股指收益率序列进行实证检验。

二、金融市场回复性与间歇性交互效应理论假说

Lux 和 Marchesi(1999)构造了金融市场价格波动的随机多主体模型(stochastic multi-agent model),将市场交易者划分为基本面交易者、乐观的噪声交易者和悲观的噪声交易者三类,这三类交易者会由于市场的内生性条件和环境的变化而相互转变,特别是噪声交易者的行为会造成羊群效应,正是这三类交易者的相互转变造成了金融价格波动中的稳定状态和非稳定状态。他们还认为存在着一个噪声交易者数量的临界值,当达到或超过该临界值时,系统失去稳定性,表现为集聚性的剧烈波动;但是由于市场的内生机制,特别是基本面价值投资者的套利交易,最终也会使得市场趋于稳定。

金融波动的随机多主体模型表明:市场由非稳定状态趋于稳定状态反映了市场波动的回复机制,市场的稳定与非稳定的交替变化反映出市场波动的间歇性特点。

在此基础上,我们进一步对市场交易者的行为特质进行设定,将随机多主体模型中的三类交易者的行为特质作为交易者禀赋赋予给金融市场中的每个交易者,即市场交易者个体都具有 Lux 和 Marchesi(1999)所划分的三类交易者的行为特质。交易者禀赋决定了交易者在市场中所有的交易行为与投资决策,交易者禀赋的相似性反映了交易者的相对同质性;而构成交易者禀赋的三种行为特质的差异决定了不同交易者交易者禀赋的差异性,使得不同交易者的行为方式存在差异,也使得交易者的行为可能像 Lux 和 Marchesi(1999)的模型中某类交易者(如基本面交易者、悲观抑或乐观的噪声交易者),反映了交易者的绝对异质性。因此,市场交易者个体的行为具有相对同质性与绝对异质性的双重性。

为了深入分析,我们将基本面价值分为真实价值和估计价值。基本面的真实价值是客观存在的,反映证券的实时真实的价值,但是交易者无法准确获知真实价值,只能对其进行估计而得到估计价值。具有三种行为特质的交易者禀赋,使得市场交易者个体对基本面的估计价值具有有偏性和非一致性。交易者对基本面估计价值,不仅与真实价值

是有偏差的,而且交易者之间的估计价值也是不一致的。有偏性与非一致性正是由交易者之间的交易者禀赋差异性所决定的,这进一步反映了交易者禀赋的绝对异质性。

市场交易者对基本面的估计价值成为交易者的行为决策依据,也是决定市场由非稳定状态回复到稳定状态的重要机制。不同交易者的基本面估计价值会有差异,这种差异决定了市场价格的变化。但当市场价格过高或者过低时,会有更多的交易者意识到基本面价值与自己的估计价格的偏差,市场的套利机制就会发生作用,价格的过高或过低就会得到纠正,表现为市场交易者行为的协同效应,意味着不同交易者的交易者禀赋对市场趋势的协同作用。这反映了交易者对市场趋势具有一定程度的识别能力,也反映了交易者禀赋的相对同质性。

上述分析表明了市场交易者禀赋是具有相对同质性与绝对异质性的统一体,也决定着交易者的市场行为。首先,交易者禀赋对市场趋势的协同作用决定着交易者行为的相对同质性,表现出市场可以从非稳定状态回复到稳定状态,反映了市场波动的回复机制。其次,交易者禀赋所决定的有偏性和非一致性,造成了交易者行为的绝对异质性,表现出市场波动会从稳定状态过渡到非稳定状态,反映出市场波动的间歇性特点,导致市场价格波动的集聚性、长记忆性和杠杆效应等特点。因此,交易者禀赋决定了交易者行为的相对同质性和绝对异质性的双重性的统一,这意味着金融市场价格波动具有回复性和间歇性的特点,甚至具有回复性与间歇性的交互效应。

三、金融市场回复性与间歇性交互效应的计量检验

基于金融市场回复性与间歇性交互效应的假说,可以如下建立计量模型:

$$y = \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_{12} x_1 x_2 + \beta_{13} x_1 x_3 + \beta_{23} x_2 x_3 + u(t) \quad (1)$$

其中,因变量 y 为股票指数的对数收益率,反映了金融市场价格波动状况;自变量 x_1 反映回复性波动成份, x_2 反映间歇性波动成份, x_3 反映回复性波动和间歇性波动混合成份, $x_1 x_2$ 、 $x_1 x_3$ 和

x_2x_3 表示回复性和间歇性的交互效应, $u(t)$ 为残差项。

在工程系统应用中,正弦波、方波和三角波(亦称为锯齿波)具有明显的回复性或者间歇性的特征(如图 1)。正弦波具有渐进连续性和温和波动性,

可以反映市场的回复性;方波具有剧烈的跳跃性和集聚的波动性,可以反映市场的间歇性;三角波兼有正弦波和方波的一些特性,表现出既有渐进连续性又有渐进跳跃性的特点,兼具回复性和间歇性的特性。

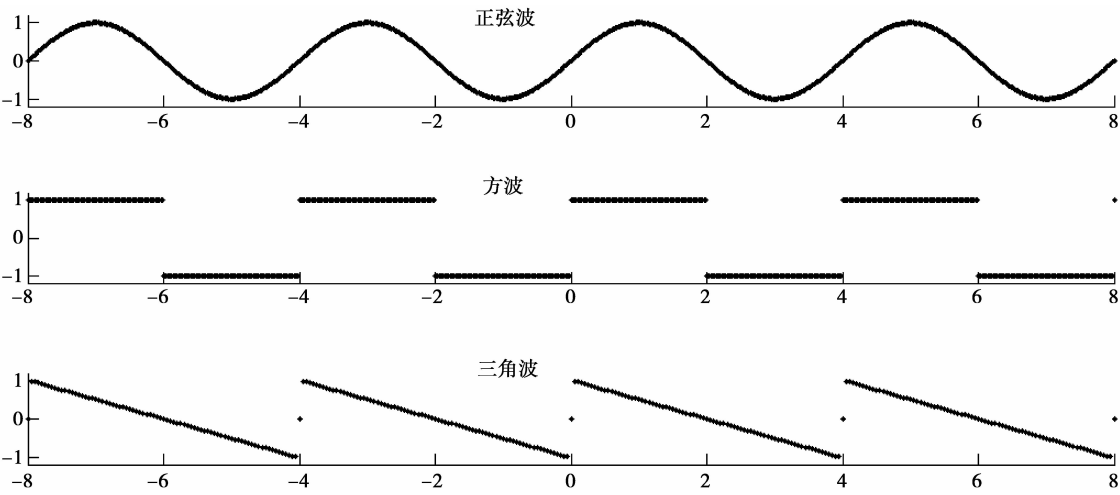


图 1 正弦波、方波和三角波波形

我们选取上海证券交易所股票价格综合指数(以下简称上证指数,用 SZ 表示)和美国道琼斯工业指数(下面简称道琼斯指数,用 DJ 表示)分别建立计量模型分析两个市场的金融价格波动情况。为使研究结果具有可比性,选取了上证指数(自 1996 年 12 月 20 日起)和道琼斯指数(自 1997 年 7 月 11 日起)截至 2011 年 1 月 7 日样本容量为 3 397 个的日收盘价序列 $\{SZ_t\}$ 和 $\{DJ_t\}$ 。为了消除通货

膨胀、流通货币总量、不同股票价格数量级别差异等因素的影响,对上证和道琼斯指数序列进行自然对数差分处理:

$$PSZ_t = 100 \times [\ln(SZ_t) - \ln(SZ_{t-1})]$$

$$PDJ_t = 100 \times [\ln(DJ_t) - \ln(DJ_{t-1})]$$

从而得到上证指数和道琼斯指数的对数收益率序列 $\{PSZ_t\}$ 和 $\{PDJ_t\}$,其描述性统计结果如表 1,序列的具体形态如图 2。

表 1 上证指数和道琼斯指数对数收益率序列的描述性统计

	均值	标准差	最小值	最大值	偏度	峰度
上证指数	0.033 7	1.732 2	-9.335 4	9.401 4	-0.227 2	7.083 7
道琼斯指数	0.011 5	1.271 3	-8.200 5	10.508 3	-0.083 2	10.164 1

通过实验遴选的方法最终分别确定与上证指数和道琼斯指数匹配的正弦波、方波、三角波的信号函数(如表 2)。除了上证指数和道琼斯指数所匹配的方波相同之外,两个模型所匹配的正弦波和三角波都是不相同的。上证模型和道琼斯模型中变量之间的相关性情况如表 3。

表 2 正弦波、方波、三角波的信号函数

	上证指数	道琼斯指数
正弦波 x_1	$\sin(3 \times 10^4 t)$	$\sin(2 \times 10^4 t)$
方波 x_2	$\text{square}(4 \times 10^4 t)$	$\text{square}(5 \times 10^4 t)$
三角波 x_3	$\text{sawtooth}(5 \times 10^4 t)$	$\text{sawtooth}(5 \times 10^4 t)$

注:取 $t = 1, 2, \dots, 3\,397$,通过 Matlab 软件可以分别生成样本容量为 3 397 的正弦波、方波和三角波的信号序列。

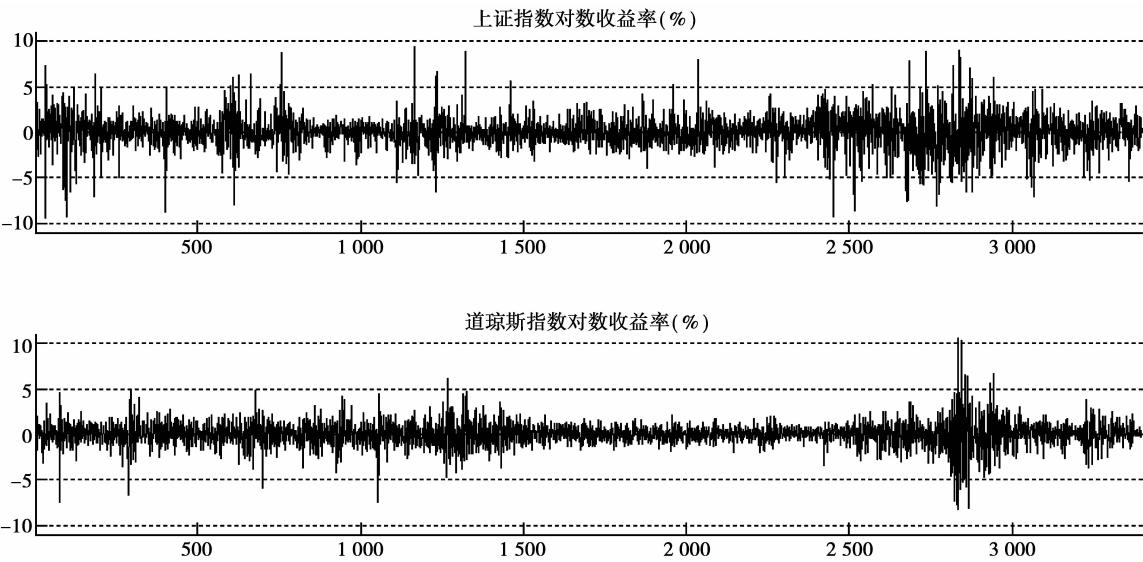


图 2 上证、道琼斯指数对数收益率序列

表 3 上证指数和道琼斯指数各自模型中变量间相关系数值

道琼斯指数模型								
		PDJ_t	x_1	x_2	x_3	$x_1 x_2$	$x_1 x_3$	$x_2 x_3$
上证指数模型	PSZ_t		0.021 5	-0.033 3	0.031 6	-0.035 5	0.047 0	0.006 6
	x_1	-0.016 0		0.000 1	0.000 4	-0.000 1	0.002 2	0.000 3
	x_2	-0.020 3	0.000 9		-0.866 1	0.000 1	0.000 0	0.003 5
	x_3	-0.006 4	0.000 0	-0.042 8		0.000 0	0.000 0	-0.002 7
	$x_1 x_2$	0.022 7	-0.002 1	0.000 1	-0.003 8		-0.866 1	0.001 0
	$x_1 x_3$	0.045 4	0.003 3	-0.003 8	0.000 2	0.148 1		-0.000 3
	$x_2 x_3$	0.018 7	-0.003 8	0.001 5	-0.002 5	0.000 1	-0.015 9	

注:分别选取上证指数模型中变量之间相关系数矩阵的下三角和道琼斯指数模型中变量间相关系数矩阵的上三角,并省略了每个变量与其自身的相关系数值(等于 1,相关系数矩阵的对角线元素);样本数为 3 397(自由度为 3 395)在 10%、5%、1% 显著性水平下相关性检验的相关系数临界值分别为 0.028 2、0.033 6、0.044 2。

从表 3 可以看出,在上证模型中解释变量 x_1x_3 与因变量 PSZ_t 之间的相关系数为 0.045 4,通过了显著性水平为 1% 的相关系数临界值 0.044 2 的检验,说明二者存在高度的相关性;在道琼斯模型中,解释变量 x_2 、 x_3 、 x_1x_2 、 x_1x_3 均与因变量 PDJ_t 之间存在一定的相关性,其中解释变量 x_1x_3 、 x_2 与因变量 PDJ_t 之间的相关系数分别为 0.047 0 和 -0.033 3,分别通过了 1% 和 10% 的显著性水平检验,也显示了解释变量与因变量之间具有相关性。同时,解释

变量中 x_2 与 x_3 、 x_1x_2 与 x_1x_3 之间均存在较严重的相关性,因此,如果它们同时出现在模型中时,可能存在多重共线性问题。

上证指数的对数收益率序列和道琼斯指数的对数收益率序列分别作为因变量,按照(1)式进行计量建模,并依据变量间的相关系数的关系以及模型的改进情况,分别得到上证指数和道琼斯指数的回归方程及相关的统计检验结果(见表 4)。

表 4 模型回归的相关结果

	上证指数模型	道琼斯指数模型	
样本回归方程	$y_t = 0.1924x_1x_3$	$y_t = 0.1462x_1x_3 - 0.0424x_2$	
参数的 t 统计量	(2.65)	(2.74)	(-1.94)
相应 p 值	(0.008)	(0.006)	(0.052)
模型的 F 值和相应 p 值	$F = 7.00, p = 0.0082$	$F = 7.51, p = 0.0062$	
判定系数和调整的判定系数	$R^2 = 0.0021, \bar{R}^2 = 0.0018$	$R^2 = 0.0033, \bar{R}^2 = 0.0027$	
异方差的 White 检验	$\text{chi}^2 = 5.05, p = 0.0800$	$\text{chi}^2 = 0.21, p = 0.9017$	
自相关的 DW 检验	$DW = 2.003$	$DW = 2.134$	

表 4 显示,上证指数和道琼斯指数的计量模型均通过了相关的显著性检验。这一结果与前面分析模型中解释变量与因变量的相关性情况一致,因此,认为上证指数和道琼斯指数模型中的解释变量和因变量之间都存在较强的相关性,所得到的计量模型具有解释经济含义的功能。

上证指数对数收益率的计量模型表明正弦波和三角波的共同作用(x_1x_3)形成了决定上证市场波动的一股强劲力量(见图 3),反映出回复性与间歇性的交互效应。由于正弦波的渐进回复性、三角波兼具回复性和间歇性的特性,说明了上证市场波动具有回复性和间歇性的交互作用。因此该模型反

映出上证市场中存在回复性和间歇性的交互作用,这是市场表现出非线性和复杂系统性的的重要原因。

道琼斯指数对数收益率的计量模型也表明正弦波和三角波的共同作用(x_1x_3)形成了决定道琼斯市场波动的一股强劲力量(见图 3),但其回归的系数 0.1462 小于上证市场的回归系数 0.1924,说明道琼斯市场回复性和间歇性交互效应的影响不如上证市场的强,也意味着道琼斯市场的有效性高于上证市场。显然,道琼斯市场的价格波动也受回复性和间歇性交互效应的影响,这一点与上证市场相同,但也有明显区别于上证市场的特点。

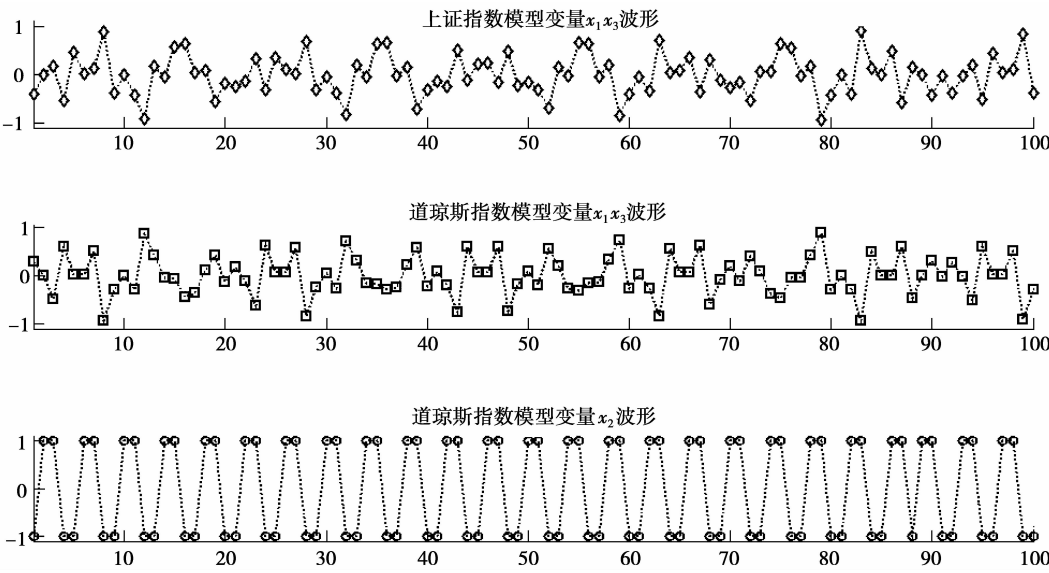


图 3 模型中解释变量的波形

注:为了图的直观明晰,只画出了上证指数模型中的解释变量 x_1x_3 和道琼斯指数模型中的两个解释变量 x_1x_3 、 x_2 中的前 100 个样本的波形图。

此外,方波(x_2)是影响道琼斯市场的另一股力量(见图3),反映出道琼斯市场还存在间歇性的独立影响作用。虽然道琼斯市场的有效性明显高于上证市场,但是道琼斯市场中的间歇性的独立作用决定了道琼斯市场更容易发生强于上证市场的波动性,也反映出不同市场中价格波动形式的差异性。

四、结论

本文基于 Lux 和 Marchesi (1999) 的理论框架,推演出金融市场交易者行为具有相对同质性与绝对异质性的结论,进而提出了金融市场价格波动具有回复性和间歇性交互效应的假说;并构建了计量实证模型,验证了上证指数和道琼斯指数收益率序列中存在回复性和间歇性交互效应。这就说明金融波动的复杂性不仅在于市场中存在回复性和间歇性,而且还在于回复性和间歇性的交互效应。上证市场和道琼斯市场回复性与间歇性交互效应的实证结果也可以说明自 2008 年金融危机以来,上证股市的涨跌幅明显高于道琼斯股市,且上证股指一直在低位徘徊、回复力不足的原因;同时,也初步检验了 Lux 和 Marchesi (1999) 关于金融市场价格波动在稳定状态与非稳定状态之间交替变化的观点。因此,现实中金融市场的价格波动表现出的复杂和丰富的新特征,如收益率序列的高峰厚尾、价格波动的集聚性、长记忆性和杠杆效应等以及金融市场的分形、混沌等非线性运动特征,或许正是金融市场价格波动的回复性与间歇性交互效应发挥作用的具体表现形式。

参考文献:

- 埃德加·E·彼得斯. 1999. 资本市场的混沌与秩序[M]. 王小东. 译. 北京:经济科学出版社.
- 埃德加·E·彼得斯. 2002. 分形市场分析——将混沌理论应用到投资与经济理论上[M]. 储海林,殷勤. 译. 北京:经济科学出版社.

- 贝努瓦·B·曼德尔布罗特,理查德·L·赫德森. 2009. 市场的(错误)行为:风险、破产与收益的分形观点[M]. 张新,张增伟. 译. 北京:中国人民大学出版社.
- ANDREADISA I, SERLERTIS A. 2002. Evidence of a random multifractal turbulent structure in the Dow Jones Industrial Average [J]. *Chaos, Solitons and Fractals*, 13 (6): 1309-1315.
- BACRY E, DELOURB J, MUZYB J F. 2001. Modeling financial time series using multifractal random walks[J]. *Physica A*, 299(1-2): 84-92.
- BLACK F. 1986. Noise[J]. *The Journal of Finance*, XLI(3): 529-543.
- DE LONG J B, SHLEIFER A, SUMMERS L H, WALDMANN R J. 1990. Noise Trader Risk in Financial Markets[J]. *Journal of Political Economy*, 98(4): 703-738.
- HURST H E. 1951. Long-term storage capacity of reservoirs [J]. *Transactions of the American Society of Civil Engineers*, 116: 770-779.
- KYLE A S. 1985. Continuous Auctions and Insider Trading [J]. *Econometrica*, 53(6): 1315-1335.
- LUX T, MARCHESI M. 1999. Scaling and Criticality in a Stochastic Multi-agent Model of a Financial Market [J]. *Nature*, 379(11): 498-500.
- MANDELBROT B B, VAN NESS J W. 1968. Fractional Brownian motions, fractional noises and applications [J]. *SIAM Review*, 10(4): 422-437.
- MANDELBROT B B, WALLIS J R. 1968. Noah, Joseph, and Operational Hydrology [J]. *Water Resources Research*, 4 (5): 909-918.
- MANDELBROT B B. 1982. *The Fractal Geometry of Nature* [M]. New York: W. H. Freeman & Co.
- SHEFRIN H, STATMAN M. 1994. Behavioral Capital Asset Pricing Theory [J]. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 29(3): 323-349.

(编辑:南 北;校对:段文娟)