

交易量和交易量驱动的股价动力学分析方法

吴冲锋, 王承炜, 吴文锋

(上海交通大学金融工程研究中心, 上海 200052)

摘要: 近 20 年来, 理论界开始更加注重交易量在研究中的重要作用, 特别是从信息的角度出发, 研究者相信交易量能提供独立于股票价格之外的信息。但是如何将交易量合适地融入价格序列中仍然是一个争论的话题。本文系统地回顾了国内外有关交易量的研究现状, 指出由于累计交易量是时间的单调增函数, 与时间相比, 交易量不仅包含有时间价值因素, 而且还包含了交易成本等信息价值因素。随后本文提出了交易量驱动的价格变化的研究思想。在此基础上给出了基于交易量进程的股价动力学分析方法以及两种构造交易量进程的股价序列方法, 指出在日历时间假设下的时间序列和在交易时间假设下的时间序列是交易量进程假设的特例。通过随机选择 18 个股票的实证研究初步表明, 在更低的阶数或更少的参数情况下, 本模型具有更高的拟合精度和解释能力。

关键词: 交易量驱动; 价格序列; 信息价值; 交易量进程

中图分类号: F830.91 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-9807(2002)01-0001-11

0 引言

人们普遍认为 Markowitz^[1] 的证券投资组合理论开辟了金融理论研究的新纪元。随后 Sharpe^[2]、Lintner^[3] 和 Mossin^[4] 等提出了资本资产定价理论 CAPM, 并且出现了 ICAPM、CCAPM 等。基于无套利的思想, Ross 又提出了套利定价理论 APT^[5]。此后金融理论的发展, 仍然摆脱不了这两大理论思想的束缚: 即 CAPM 的均衡定价思想和 APT 的无套利思想。然而, 对这两个理论的实证检验结果并不理想, 除了早期的实证研究如 Black、Jensen、Scholes^[6]、Blume、Friend^[7] 和 Fama、Macbeth^[8] 等支持 CAPM 外, 以后的大量实证研究却发现了诸多“异常现象”。如小公司效应、动量效应、资产收益的长期反转等。典型的如 Fama 和 French 指出市场 β 对

横截面收益几乎没有解释能力^[9-11]。对于 APT 理论的实证检验同样也不能摆脱“异常”的阴影, 如广泛采用的 Fama 和 French 三因子模型同样不能解释文^[12] 提出的动量效应。文^[13, 14] 的研究也指出, 不管采用何种因子构造方法, 风险调整后的收益在横截面回归中仍然与公司特征变量相关。

人们似乎有理由认为, 上述理论的不足也许是对金融市场作了太强的假设, 尤其是现实中的研究结果并不能很好地与有效市场理论所暗示的相吻合。最典型的例子是股票收益存在着尖峰胖尾现象, 而不是传统理论所假设的带漂移的随机游走。同时, Fama 早在 1965 年就发现了股票的价格波动存在着时变现象, Engle 首次用自回归条件异方差 (ARCH) 模型刻画了股票收益方差中的记忆现象^[16], 此后, 又出现了 Bollerslev 的 GARCH 模型^[17], Nelson 的 EGARCH 模型^[18],

收稿日期: 2002-01-06

基金项目: 国家杰出青年科学基金资助项目 (70025303); 教育部跨世纪优秀人才资助项目

作者简介: 吴冲锋 (1962-), 男, 浙江温州人, 教授, 博士生导师

当然人们也必须认识到在学术界中, 发现异常的研究论文比支持一个理论的研究论文更容易得到发表

虽然理论研究者对此可能有不同的看法: 有的研究者认为美国市场已达到了弱式有效, 甚至半强式有效, 但正如 Lo 和 MacKinlay^[15] 指出, 这些检验方法本身也有问题

传统的期权定价理论也依赖于股票收益服从扩散过程这一假设, 但实际期权价格所隐含的波动有着所谓的“Smile”形状

此外,还有 IGARCH、AGARCH、ARCH-M 等模型出现,甚至提出了随机波动(stochastic volatility)。研究者不得不开始采用更为复杂的动态或非线性模型刻画资产的收益,如条件资产定价(conditional asset pricing)、复杂性金融理论(混沌、分形)等。价格预测的模型也变得越来越复杂:如小波分析、人工神经网络,等等。

另一方面,假设市场是完全的(比如可以卖空),如果人们可以采用各种工具(包括金融衍生产品)规避风险,股票收益应该与无风险收益相差不大,但现实却恰恰相反。此外,在理性的假设下,金融市场很难解释成交量太大与收益最大化原则不相吻合。所有的这些基本问题,目前人们还无法通过模型的复杂化来很好地解释。

在传统的金融经济理论中,人们非常自然地选择以时间作为度量价格变化的一种基准,如经济和金融的统计和实证研究中的日数据、周数据、月数据等。因此,在建立动态系统模型时也会习惯地选择时间进程,即时间作为基本自变量的分析方法。如微分方程、差分方程等,都是以时间作为自变量的。

利用时间作为自变量的价格序列可以很方便地解释资产的时间价值,但丢失了除时间价值外大量信息价值。例如无法综合考虑时间、成本、信息等要素对价格形成的影响。因为不论价格是否改变,改变多少,有何规律,现实中的时间总是均匀地流失。选取时间当然方便,但这可能掩埋了事物的内在规律。本文认为价格变化不仅是随时间进展,它更可能是由交易量驱动的。并且,累计交易量随时间增加而单调递增,它包含有比时间更丰富的信息。因此,本文在等时间进程的基础上引入等交易量进程,从而根据单位交易量进程重新构造资产价格的序列,提出了一种新的刻画价格变化的基准——交易量,并形成了基于交易量进程的股价序列分析方法。本文通过随机选取 18 只股票的实证研究初步表明,新的序列具有良好的统计特性,在减少变量的情况下,可以很好地提高新模型的拟合精度和解释能力。

1 交易量研究回顾

虽然国内关于交易量的研究并不多,但国外相关研究却已广泛展开。交易量的研究大致可以分为以下几个方面:交易量与价格变化关系;交易量与信息传递的关系;交易量与价格波动的关系;交易量在资产定价中的研究以及交易量与时间的关系。

1.1 交易量与价格变化关系

交易量与价格变化关系的研究是早期的量价研究重点。最早建立起价格与交易量之间联系的理论研究可追溯到 Osborne^[19],此后,文[20, 21]得出了交易量与价格变化绝对值 $|\Delta P|$ 正相关的结论;文[22-24]所建立的序贯信息到达模型,文[25]的理性预期模型也有类似结论。文[26-28]建立起了交易量与价格关系的理论模型。文[29]认为税收和非税收的原因造成了过去的价格和现在的交易量之间的相关性。文[30]出色地总结了交易量与价格关系的研究,并且用卖空限制解释了为什么价格上涨和下跌时量价关系是不对称的。

这方面的实证研究则更多:早期的如文[26, 31-34]等。除个别早期实证研究,不管数据是基于日、月还是年,也不管数据是来自期货还是来自股票,大多数实证结果都支持交易量与价格变化的正相关关系。近期的实证研究见文[35],文[35]研究了 1982-1987 年间 NYSE 的 S&P 收盘指数和总交易量之间的关系。为了避免因对经济变量做出不正确的假设而导致偏差,他们运用了半参数(semi-parametric)的方法,使用价格差和交易量的历史数据估计量价的条件联合分布密度函数。文[36]则采用了非参数的方法检验了 NYSE 的市场指数和交易量之间的线性和非线性 Granger 因果关系。文[37]的研究表明:前一天(周)的交易量大时,以后一个月时间内价格会上涨;前一天(周)交易量小时,以后一个月时间内其价格会下跌。国内相关的量价关系研究见文[38, 39]等。

1.2 交易量与信息传递的研究

信息传递方面的交易量研究以金融市场微观

结构理论为代表 文[40]的序贯交易模型表明, 不同的交易量将导致不同的市场均衡, 而大额交易量对价格有着持续的影响 但从该模型的假设中可看出它的局限性是相当明显的 文[41, 42]建立了交易者交易策略的理性预期模型, 虽然在 Kyle 的模型中, 市场价格与交易量存在线性关系, 但由于知情交易者将总会选择其交易数量的相对份额不变, 最终的结果是总的交易量与价格无关 此后, Kyle 将模型向多时期扩展, 但交易量与价格无关的定性结论却不变 文[43]建立的动态平衡模型指出, 交易量的行为由于信息的不确定性而发生了变化 价格和交易量与价格中的信息含量(以熵来度量)密切相关 当价格中的信息含量高时(价格过高或过低), 交易量也会增大 这在一定程度上解释了实证中交易量与价格变化正相关的结论 文[44]的模型表明, 交易量可以提供独立于价格的额外信息 文[45]的研究指出, 交易者的差异会导致不同的交易量收益关系

文[46]的实证研究认为交易量是决定股票收益领先—滞后的重要因素, 采用 NYSE/AMEX 的日数据和周数据, 运用互自相关研究方法, 他们发现由交易量大的股票构成的投资组合的收益要领先于由交易量小的股票构成的投资组合的收益 他们认为这是由于交易量小的股票对信息反应的速度要慢, 并且他们用 Dimson 的 Beta 回归揭示了不同交易量的投资组合在传递信息方面的差异

同时, 文[47-49]的研究表明, 在期权市场与根本市场(股票市场)之间的信息传递方面, 交易量也发挥着作用 文[50]的理论模型指出, 总的期权交易量对股票价格变化没有解释能力 而如果把期权的交易量分为由信息驱动的不同性质的期权交易量, 如买和卖, 在混合均衡的条件下, 上述交易量对股票价格变化有信息作用 此外, 在跨市上市、事件研究中也都有交易量的相关研究

1.3 交易量与价格波动的研究

价格的波动性一直是金融研究的热门话题 特别地, 针对收益的尖峰胖尾现象, 研究者提出了两种分布理论: Mandelbrot 的稳定分布^[51]和 Clark 的混合分布假设 MDH (mixture distribution hypothesis)^[20]. MDH 认为信息是推动价格变化的源动力 在中心极限定理的条件下, (每日)价格的变

化和交易量是信息到达数量的条件分布:

$$\Delta P_t \sim N(a n_t, b n_t | n_t) \quad (1)$$

$$V_t \sim N(c n_t, d n_t | n_t) \quad (2)$$

$$\text{Cov}(\Delta P_t, V_t | n_t) = 0 \quad (3)$$

其中, a, b, c, d 非负, 信息数 n_t 或是随机数, 或是先决的, 或是季节性的 由此可看出, 在给定 n_t 的情况下, V_t 与 ΔP_t 是正态的, 但 ΔP_t 非条件分布是由一系列正态分布组合而成 自 Clark 后, MDH 理论得到了相当的发展 如文[27; 52-54]的修正 MDH 理论, 文[55]的动态双变量混合模型 不管 MDH 理论的发展如何, 它所内含的意义的确相当具有启发性: 即信息到达是价格变化和交易量变化的原动力 这也从理论上表明采取交易量驱动的价格序列是有意义的

另外, 研究者发现, 股票价格的波动有着 ARCH 族现象 文[56]把交易量直接代入 GARCH(1, 1) 模型:

$$h_t = \alpha_0 + \alpha_1 \epsilon_{t-1}^2 + \alpha_2 h_{t-1} + \alpha_3 V_t \quad (4)$$

在 20 个普通股票的样本中, 他们发现 ARCH 现象有所减弱, 甚至在一些样本中, GARCH 现象消失了. 他们对此的解释是, 金融资产的收益服从混合分布理论, 而信息的到达率正是这个混合的变量, 每日信息到达的不同会导致不同的资产收益波动 而 ARCH 模型正好刻画了每日到达信息的相关性 这样, 如果以交易量代表每日到达的信息, 则 ARCH 现象会有所减弱 但是以后研究者发现, 如果代入交易量的滞后值, 结论又是模糊的 对式(4)的批评是它将交易量作为外生变量处理

1.4 交易量在资产定价中的研究

传统的微观经济学理论认为决定商品价格的 因素是供求关系 当然金融产品有其特殊的一面, 但这种量价相合的道理仍然启发研究者从交易量的角度研究资产定价

文[57]研究了基金分离定理对交易量的意义, 证明如果两基金分离定理成立, 那么所有股票的换手率都相同; 如果 $K+1$ 基金分离定理成立, 并且套利投资组合的交易很小时, 个股的换手率将呈现 K 因子结构 国内实证研究见文[58]

文[59]研究了在固定交易成本下, 资产收益与交易量的动态平衡 文[14]研究了交易活动与股票收益在横截面分析中的关系 他们以 1966 年

至1995年NYSE和AMEX交易的普通股月数据为样本,发现以美元交易额和换手率度量的流动性波动在横截面分析中与股票收益负相关。这与流动性补偿假说相违背。

文[60]研究了价格动量(price momentum)和交易量之间的关系。发现交易量对价格动量的影响比先理论所暗示的复杂。对过去表现差的公司,高交易量会起到促进价格动量的作用^[61]。对过去表现好的公司,交易量会促进信息的扩散,即低交易量会促进价格的动量^[62]。对此,他们提出了动量生命循环假说(MLC)。

文[63]研究了股票的自相关与交易量之间的关系,他们的理论模型显示股票的自相关性会随交易量的增大而减小,这一结论也被他们的实证研究所证实。

1.5 交易量与时间的关系

金融中的数据,尤其是股票数据的特点是交易频繁。如果单单按固定时间抽取价格数据,可能会丢失掉太多的信息。举例来说:假设在某一天中收到关于某公司的“好消息”,公司股票会对此消息作出反应,股价上涨 ΔP_1 。但随后又有新的信息到达,股票价格又发生变化 ΔP_2 ,以此类推,假设这一天特别繁忙,公司股票价格由于信息的作用发生了一系列变化: $\Delta P_3, \Delta P_4, \dots, \Delta P_n$,如果仅仅抽取最后的收盘价,最终观察到的当天股票价格变化是 $\sum_{i=1}^n \Delta P_i$ 。因此,仅仅考虑最终的收盘价,则会遗失掉中间的动力学过程:即完全忽略了公司股票价格对信息的调整变化。这也是为什么现在出现了大量的高频数据(high frequency data)研究。如文[64-69]考察日内的价格变化。但是,单纯依靠海量数据的处理会在金融价格分析中加入太多的噪声。另一种常见的现象是,某公司运行状况稳定,宏观经济也没有大的起伏。这样,该股票会连续相当长的时间内交易平淡。但在做等间隔数据分析时,会给每单位间隔时间分配相同的权重。这在时间序列分析中会对统计显著性产生影响。合适的做法是,通过交易量的重新“标度”,这段日历时间可以进行“压缩”或“扩张”,这样构成的价格序列更能反映其动态特性^[70,71]。

这种对时间进行改变的思想,在混合分布理论(MDH)中也有所体现。Clark是最早提出混合分布理论的研究者,他认为股票价格的驱动过程应该是基于信息流的,如式(1)所示。Clark指出收益是服从从属过程(subordinate process): $Y(t) = X(\tau(t))$,但要求 $\tau(t)$ 是右连续的增函数,且有独立的相同的增量。但问题是信息流的到达是一个不可观测的过程,且Clark对 $\tau(t)$ 本身的假设也是太强了。文[72]指出, $\tau(t)$ 应该是累计交易次数的仿射函数,而不是从属过程所暗示的交易量的仿射函数。由于 $\tau(t)$ 是不可观测的,只能用非参数的方法去估计 $\tau(t)$ 的各阶矩。此类文献代表了时间改变类(time deformation)研究的一个方向。但是这些研究没有正式提出改变时间的方法,更没有结合具体市场数据的实证。

另一个支持时间改变的证据来自金融研究中的非同步交易(nonsynchronous trading),指每只股票每日记录的最后一笔成交的交易时间不同。文[73-75]指出,非同步交易增加了指数收益率的自相关性。在一个纯非同步交易模型中,假设股票收益率是一个连续过程,由于并不是所有的股票都进行同步交易,指数将由于一些没有交易的股票的迟滞价格而呈现出自相关性。文[75]认为,如果没有交易的概率是常数,那么指数收益率将是一阶自回归过程,带有正的一阶相关系数。同样,互自相关研究中(cross-autocorrelation),有研究者指出,正是由于股票的非同步交易导致了所谓领先—滞后效应。因此如果在研究中采用等间隔的日历时间,会在研究中产生误导。本文在文[70]的基础上,给出了更一般、更清晰的利用交易量对时间压缩和扩张的方法,形成了基于交易量进程的股价动力学分析方法。

2 交易量驱动的股价动力学分析方法

2.1 方法介绍

由于传统习惯的影响,人们在研究动态系统时,很自然地选择时间作为自变量,例如基于日历

这里忽略了流动性交易者也可能由于外生的原因而要求交易。或者,可以假设这种外生的流动性交易需求产生大额交易量的概率很小。

时间假设的股票价格时间序列分析是基于下式的:

$$P_t = f(P_{t-1}, P_{t-2}, \dots) + \epsilon \quad (5)$$

其中, 下标 t 表示日历时间进程. 如果在日历时间 t 中扣除了不交易的时间段(例如节假日), 则模型(5)就变为基于交易时间假设的股票价格时间序列模型:

$$P_{t^*} = f(P_{t^*-1}, P_{t^*-2}, \dots) + \epsilon^* \quad (6)$$

其中, t^* 表示交易时间进程. 它与日历时间序列的差别在于第 t 时刻是否存在交易(零与非零的问题). 也就是说, 在该模型中, 只要存在交易就认为是无区别的. 但是正如前文所述, 大量的交易量研究表明, 交易量与股价变化存在较大的相关性, 差异很大的交易量, 对股价的影响比单纯的时间影响要大, 应该区别对待不同的交易量. 更何况, 在金融市场中, 累计的交易量是时间的单调增函数, 与其说时间驱动价格变化, 还不如说交易驱动价格变化.

因此, 如果考虑到单位时间交易量的差别, 把价格看成由交易量驱动, 即可构造一个基于交易量进程的价格序列模型:

$$P_V = f(P_{V-1}, P_{V-2}, \dots) + \epsilon \quad (7)$$

其中, V 表示以单位交易量度量的累计交易量进程. 具体地说: 假设存在一个股票价格的实际时间序列, 一般的时间序列是按照等时间间隔进行采样(即上述式(5)), 如果不按照等时间间隔进行价格数据采样, 而是根据某种比时间含有更丰富信息的准则去进行价格数据采样, 则可以形成非均匀采样序列. 例如本文提出的方法就是一种基于等交易量的价格数据采样(非等时间间隔采样). 与时间序列相比, 基于交易量的价格序列不仅包含时间价值, 还能体现出成本价值等信息价值因素.

基于交易量进程的序列构造, 最简单的有如下两种方法:

第一种是连续方法, 采用线性函数:

$$\bar{V}(t) = a + \frac{Vol_t - u_1}{u_2 - u_1} (b - a) \quad (8)$$

其中, $\bar{V}(t)$ 为对应于日历时间第 t 个时期(第 t 天)的交易量数目(或交易量基准数目). a, b, u_1, u_2 均是参数. Vol_t 表示第 t 个时期的实际交易量(可

以用换手率、交易股数或者交易金额表示). 一般情况下, $0 < u_1 < Vol_t$, 且 $u_2 > u_1, b > a$. 实际中的交易量可以通过(8)式转换为交易量数目. 例如当 $u_2 = \max(Vol_t) = 5\%$, 即最大的换手率为 5% ; $u_1 = \min(Vol_t) = 1\%$, 即最小的换手率为 1% ; $a = 1, b = 3$; 如果某一天 t 的换手率为 $Vol_t = 3\%$, 即有 $\bar{V}(t) = 2$, 即 2 个单位交易量. 也就是说这一天就可以分成序列中的 2 个点(而时间序列中只是一个点).

式(7)的 V 是由 \bar{V} 连接而成的. 为了进一步体现出交易量进程价格序列的选取, 假设等时间间隔选取的价格数据如图 1 所示, 采用线性函数选取的交易量进程的价格序列如图 2 所示.

图 1 中, 价格点下的柱形图表示实际的交易量(换手率). 图 2 中, $V_1^* = \bar{V}(t), V_2^* = \bar{V}(t+1), V_3^* = \bar{V}(t+2), \bar{V}(t), \bar{V}(t+1)$ 和 $\bar{V}(t+2)$ 由公式(8)算出. 根据交易量的进程, 重新选取价格序列 $P_{11}, P_{22}, P_{33}, \dots$. 重构价格序列的目的是希望基于交易量进程的价格序列更能代表价格变化的动力学过程.

由于采用连续函数方法完全根据交易量多少来度量, 可能过度地依赖交易量而忽略了在经济生活中的日、周、月等自然时间单位的影响, 下面提出一种考虑自然时间的离散方法.

第 2 种是离散的方法, 简单地采用分段函数:

$$\bar{V}(t) = \begin{cases} a: Vol_t < u - 0.5\sigma \\ 1: u - 0.5\sigma < Vol_t < u + 0.5\sigma \\ b: u + 0.5\sigma < Vol_t \end{cases} \quad (9)$$

$$\bar{V}(t) = \begin{cases} a: Vol_t < u_1 \\ 1: u_1 < Vol_t < u_2 \\ b: u_2 < Vol_t \end{cases} \quad (10)$$

其中, u, σ 分别表示交易量的均值和标准差, a, b 是参数, 且 $a < b$. 式(9)是从统计的角度出发, 将现实中的交易量根据统计折算成交易量数目. 当 $a = 0, b = 2, u = 2\%, \sigma = 2\%$ 时, 如果 $Vol_t < 1\%$, 这一天的序列点将被它的邻近点所吸收. 当 $Vol_t > 3\%$ 时, 这一天的序列点就可以分成序列中的两个点. 更一般的分段函数是式(10), 其中 $u_1 < u_2$.

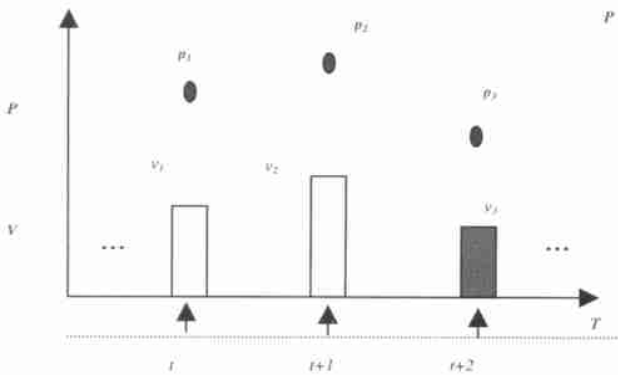


图1 等时间间隔选取的价格数据

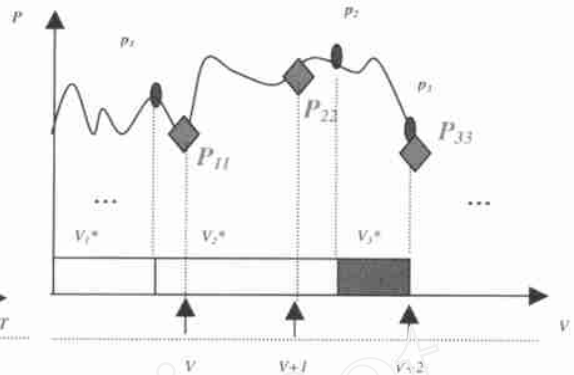


图2 按交易量进程选取的价格数据

极端的情况讨论: 当 u_1 取日交易量的最小值, u_2 取日交易量的最大值, 那么任何时间第 t 天的交易量均为一个单位的交易量, 这时候一个单位交易量等于一个单位时间, 交易量进程等价于交易时间进程, 也就是说等间隔的时间序列(一般的时间序列) 可以看成交易量进程价格序列的一种特例

命题 1 为了使基于交易量进程的股价序列模型与时间序列模型具有可比性, 必须使得这两个序列的个数相同, 即 $\sum_{t=1}^T \bar{V}(t) = T$. 很容易选择适合的 a, b, u_1, u_2 使得上式成立

特例 1 当 $a = 0$ 时, 即表明当某一天的交易量小于 u_1 时, 这一天被与其相邻的天吸收, 即有可能几天形成一个单位交易量

特例 2 当 $b = 2$ 时, 即表明当某一天的交易量大于 u_2 时, 这一天被分成两个交易量单位

考虑到现实中的交易量时间序列的统计特性, 上述式(8) ~ (10) 可采用交易量的对数值来折算, 即

$$\bar{V}(t) = a + \frac{\ln Vol_t - u_1}{u_2 - u_1} (b - a) \quad (11)$$

$$\bar{V}(t) = \begin{cases} a: \ln Vol_t < u - 0.5\sigma \\ 1: u - 0.5\sigma < \ln Vol_t < u + 0.5\sigma \\ b: u + 0.5\sigma < \ln Vol_t \end{cases} \quad (12)$$

$$\bar{V}(t) = \begin{cases} a: \ln Vol_t < u_1 \\ 1: u_1 < \ln Vol_t < u_2 \\ b: u_2 < \ln Vol_t \end{cases} \quad (13)$$

2.2 交易量进程的价格序列实证分析

基于交易量进程的价格序列的具体构造方法, 文[58] 已有详细介绍, 本文不再详述. 为了进

一步说明方法的应用结果, 下面用另一只股票来建立 VDP-ARMA 模型 (volume-driving price ARMA), 即利用 ARMA 对基于交易量进程的股价序列进行建模

数据样本为福耀玻璃(600660), 从 1999 年 1 月 4 日至 2000 年 12 月 29 日, 共 475 个交易日. 本文分别对收盘价序列、平均成交价序列和基于交易量的股价序列进行 ARMA 模型的建模. 建模的原则为根据 AIC 准则、BIC 信息准则和参数值的显著性确定差分项、自回归项和移动平均项的阶数. 在建模时, 都先经过取自然对数处理. CLSPRC 代表收盘价序列模型; MPRC 代表股价的日平均成交价序列模型; PRC_M 代表按交易量分段函数构造的基于交易量进程的股价序列模型; 变量 PRC_L 代表按交易量线性函数构造的基于交易量进程的股价序列模型. 计算结果如表 1 和表 2

表 1 福耀玻璃各个股价序列的 ARMA 模型

序列	ARMA (p, d, q)	模型的拟合情况		
		Adj S E	AIC	BIC
CLSPRC	2, 1, 2	0.297 135	- 1.912 09	- 1.889 31
MPRC	1, 1, 0	0.245 637	- 2.218 37	- 2.196 58
PRC_M	1, 1, 0	0.183 495	- 2.407 32	- 2.395 46
PRC_L	1, 1, 0	0.182 663	- 2.450 79	- 2.438 72

注: 第 2 列的 p, d, q 分别表示自回归项、差分项和移动平均项的阶数

第 3 列的 Adj S E 为调整的误差平方和

第 4 列 AIC、第 5 列 BIC 分别为赤池信息准则值和 Schwarz-Bayes 信息准则值

表 2 四个序列的 ARMA 模型的误差分析表

辨识阶段: 样本数 395					
序列	均方差	平均绝对值误差	最大绝对值误差	最小绝对值误差	绝对值误差小于 1.5% 的比例
CLSPRC	0.00081	0.02015	0.113469	0.000131	0.4177
MPRC	0.00073	0.01843	0.122724	0.000127	0.5215
PRC _{-M}	0.00039	0.01539	0.081540	0.000019	0.7544
PRC _{-L}	0.00036	0.01528	0.079887	0.000020	0.7747
测试阶段: 样本数 80					
CLSPRC	0.00033	0.01450	0.087329	0.000181	0.5500
MPRC	0.00028	0.01374	0.052864	0.000104	0.5875
PRC _{-M}	0.00017	0.00962	0.032855	0.000010	0.8500
PRC _{-L}	0.00018	0.00971	0.032738	0.000023	0.8750

分析:

1) 在模型辨识阶段, 从各个误差分析值看, 不管是均方差、平均绝对值误差, 还是最小绝对值误差, 四个序列各自对应的模型中, 基于交易量进程的股价序列 PRC_{-M} 最小, 其次是 PRC_{-L}, 再其次是平均成交价序列, 收盘价序列最大。对于绝对值误差小于 1.5% 的比例 (即命中率), 前两种基于等时间间隔的序列分别为 41.77% 和 52.15%, 而基于交易量进程的模型有显著的提高, 分别为 75.44% 和 77.47%, 提高幅度超过 20%。

2) 在模型测试阶段, 各个误差分析值也是基于交易量进程的股价序列要比平均成交序列和收盘价序列好, 同样对于绝对值误差小于 1.5% 的比例, 基于交易量进程的股价序列达到了 85% 和 87.5%。

此外, 还应用了 ARCH、GARCH、人工神经网络模型对基于时间进程的股价序列进行了分析比较, 均获得相似的结果, 所有的基于交易量进程的股价序列更容易被 ARMA、GARCH 和 BP 模型描述和刻画, 在同样或更少的参数个数情况下, 模型拟合精度和解释能力提高, 误差下降

3 结束语

金融资产价格本身表现出来的复杂性, 使人

参考文献

- [1] Markowitz H M. Portfolio selection[J] Journal of Finance, 1952, 7(1): 177-186
 [2] Sharpe W. Capital asset prices: A theory of market equilibrium under conditions of risk[J] Journal of Finance, 1964, 19: 425-442

们对传统金融理论产生了许多质疑。对前述问题的解决, 也许模型的复杂化是一个方向, 但本文认为对具有高频特点的金融价格数据采用传统的日历时间 (交易时间) 可能不太合适。本文提出的基于交易量进程的股价序列分析方法虽然简单, 但已完成的 (随机抽取的) 18 个股票的实证研究结果显示, 每个股票的拟合精度和解释能力都有很大的改善, 绝对值误差小于 1.5% 的比例平均从 44% 提高到 79%。这些结果初步表明:

(1) 该方法非常自然地将交易量结合进资产的价格序列之中;

(2) 交易量进程的价格序列更能体现出信息对价格的决定作用;

(3) 新“进程”的引入降低了价格序列的复杂程度, 改进了序列的统计特性

另外, 对基于交易量进程的股价序列进行的 ARCH、GARCH 以及人工神经网络建模, 均得到了类似的结论。具体内容将另文介绍

本文所提出的方法还不是很完善, 以下几方面可做进一步的研究:

- (1) 连续模型中可提出非线性的变换方法;
 (2) 离散方法中参数 u_1, u_2, a 和 b 的选取;
 (3) 在资产定价等模型中的应用

- [3] Lintner J. Security prices, risk and maximal gains from diversification[J]. *Journal of Finance*, 1965, 20: 587-615
- [4] Mossin J. Equilibrium in a capital asset market[J]. *Econometrica*, 1966, 35: 768-783
- [5] Ross S. The arbitrage theory of capital asset pricing[J]. *Journal of Economic Theory*, 1976, 13: 341-360
- [6] Black F, Jensen M, Scholes M. The capital asset pricing models: Some empirical tests[A]. in Jensen, M. (ed.), *Studies in the theory of capital markets*[M]. New York: Praeger, 1972
- [7] Blume M, Friend I. A new look at the capital asset pricing model[J]. *Journal of Finance*, 1973, 28: 19-33
- [8] Fama Eugene F, MacBeth J. Risk, return and equilibrium: Empirical tests[J]. *Journal of Political Economy*, 1973, 71: 607-636
- [9] Fama Eugene F, French K R. Common risk factors in the returns on stocks and bonds[J]. *Journal of Financial Economics*, 1992, 33: 3-56
- [10] Fama Eugene F. Efficient capital markets: II [J]. *Journal of Finance*, 1991, 46: 1575-1617
- [11] Fama Eugene F, French K R. Multifactor explanations of asset pricing anomalies[J]. *Journal of Finance*, 1996, 51: 55-84
- [12] Jegadeesh N, Titman S. Returns to buying winners and selling losers: Implications for stock market efficiency [J]. *Journal of Finance*, 1993, 46: 65-91
- [13] Brennan M J, Chordia T, Subrahmanyam A. Alternative factor specifications, security characteristics, and the cross-section of expected stock returns[J]. *Journal of Financial Economics*, 1998, 49: 345-373
- [14] Chordia T, Subrahmanyam A, Anshuman V A. Trading activity and expected stock returns[J]. *Journal of Financial Economics*, 2001, 56: 3-32
- [15] Lo Andrew, MacKinlay A C. *A non-random walk down wall street*[M]. Princeton: Princeton University Press, 1999
- [16] Engle Robert F. Autoregressive conditional heteroskedasticity with estimate of the variance of U. K. inflation [J]. *Econometrica*, 1982, 50: 987-1008
- [17] Bollerslev T. Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity[J]. *J. Econometrics*, 1986, 31: 307-327
- [18] Nelson Daniel B. Conditional heteroskedasticity in asset returns: A new approach[J]. *Econometrica*, 1991, 59: 347-370
- [19] Osborne M F M. Brownian motion in the stock market[J]. *Operations Research*, 1959, 7: 145-173
- [20] Clark P. A subordinated stochastic process model with finite variance for speculative prices[J]. *Econometrica*, 1973, 41: 135-155
- [21] Tauchen G, Pitts M. The price variability-volume relationship of speculative markets[J]. *Econometrica*, 1984, 51: 485-505
- [22] Copeland T E. A model of asset trading under the assumption of sequential information arrival[J]. *Journal of Finance*, 1976, 31: 1149-1168
- [23] Copeland T E. A probability model of asset trading[J]. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 1997, 12: 563-578
- [24] Morse D. A symmetric information in securities markets and trading volume [J]. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 1980, 15: 1129-1148
- [25] Pfeiderer P. The volume of trade and the variability of prices: A framework of analysis in noisy rational expectations equilibria[R]. Working Paper, Stanford University, 1984
- [26] Epps T W, Epps M L. The stochastic dependence of security price changes and transaction volumes: Implications for the mixture-of-distributions hypothesis[J]. *Econometrica*, 1976, 44: 305-321
- [27] Morgan I G. Stock prices and heteroskedasticity[J]. *Journal of Business*, 1976, 49: 496-508
- [28] Harris L, Gurel E. Price and volume effects associated with changes in the S&P500 list: New evidence for the existence of price pressures[J]. *Journal of Finance*, 1986, 41: 815-829
- [29] Lakonishok J, Seymour S. Volume for winners and losers: Taxation and other motives for stock trading[J]. *Journal of Finance*, 1989, 41: 951-974

- [30] Karpoff J M. The relation between price changes and trading volume: A survey [J]. *Journal of Financial Quantitative Analysis*, 1987, 109-126
- [31] Ying C C. Stock market prices and volumes of sales[J]. *Econometrica*, 1966, 34: 676-686
- [32] Granger C W J, Morgenstern O. Spectral analysis of New York Stock Market Prices[J]. *Kyklos*, 1963, 16: 1-27
- [33] Crouch R. L. The volume of transactions and price changes of the New York Stock Exchange[J]. *Financial Analysts Journal*, 1970, 26: 104-109
- [34] Jain P, Joh G. The dependence between hourly prices and trading volume [J]. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 1988, 23(3): 269-282
- [35] Gallant A R, Rossi P E, Tauchen G. Stock prices and volume[J]. *The Review of Financial Studies*, 1992, 5: 199-242
- [36] Hiemstra C, Jones J D. Testing for linear and nonlinear granger causality in the stock price-volume relation[J]. *Journal of Finance*, 1994, 54: 1639-1664
- [37] Gervais S, Kaniel R, Mingelgrin D H. The high-volume return premium [J]. *Journal of Finance*, 2001, 56: 877-919
- [38] 陈怡玲, 宋逢明. 中国股市价格变动与交易量关系的实证研究[J]. *管理科学学报*, 2000, 3(2): 62-68
- [39] 张维, 闫翼楠. 关于上海股市量价因果关系的实证探索[J]. *系统工程理论与实践*, 1998, 6: 111-114
- [40] Easley D, O'Hara T. Time and the process of security price adjustment[J]. *Journal of Finance*, 1992, 47(2): 577-605
- [41] Kyle A. Continuous auctions and insider trading[J]. *Econometrica*, 1985, 53: 1315-1335
- [42] Kyle A. Informed speculations with imperfect competition[J]. *Review of Economics Studies*, 1985, 56: 317-355
- [43] Huffman G W. Information, asset prices, and the volume of trade[J]. *Journal of Finance*, 1992, 47: 1575-1783
- [44] Blume M E, Easley D, O'Hara T. Market statistics and Technical analysis: The role of volume[J]. *Journal of Finance*, 1994, 49(1): 153-182
- [45] Wang J. A model of competitive stock trading volume[J]. *Journal of Political Economy*, 1994, 102(1): 127-168
- [46] Chordia T, Swaminathan A. Trading volume and cross-autocorrelations in stock returns[J]. *Journal of Finance*, 2000, 55: 913-935
- [47] Stephen J A, Whaley R E. Intraday price change and trading volume relations in the stock option markets[J]. *Journal of Finance*, 1990, 45: 191-220
- [48] Chan K, Chung P, Johnson H. Why option prices lag stock prices: A trading-based explanation[J]. *Journal of Finance*, 1993, 48: 1957-1967
- [49] Turkington J, Walsh D. Informed traders and their market preference: Empirical evidence from prices and volumes of options and stock[J]. *Pacific Basin Finance Journal*, 2000, 8: 559-585
- [50] Easley D, O'Hara T, Srinivas M. Option volume and stock prices: Evidence on where informed traders trade[J]. *Journal of Finance*, 1998, 53: 431-465
- [51] Mandelbrot B. The variation of certain speculative prices[J]. *Journal of Business*, 1963, 36: 394-419
- [52] Harris L. Transaction data tests of the mixture distribution hypothesis[J]. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 1987, 22: 127-141
- [53] Tauchen G E, Pitts M. The price variability-volume relationship on speculative markets[J]. *Econometrica*, 1983, 51: 485-505
- [54] Andersen T. Return volatility and trading volume: An information flow interpretation of stochastic volatility[J]. *Journal of Finance*, 1996, 51: 169-204
- [55] Liesenfeld R. Dynamic bivariate mixture models: Modeling the behavior of prices and trading volume[J]. *Journal of Business and Economic Statistics*, 1998, 16: 101-109
- [56] Lamoureux C, Lastrapes W D. Heteroskedasticity in stock return data: Volume versus GARCH effects[J]. *Journal of Finance*, 1990, 45: 221-229
- [57] Lo Andrew, Wang J. Trading volume: definitions, data analysis and implications of portfolio theory[J]. *Review*

- of Financial Studies, 2000, 13(2): 257-300
- [58] 吴如海, 宋逢明 基金分离下中国股市交易量模型的实证研究[J]. 管理科学学报, 2000, 3: 39-44
- [59] Lo Andrew, Mamasky H W, Wang J. Asset prices and trading volume under fixed transactions costs[R]. NBER, Working Paper, 2001
- [60] Lee C M C, Swaminathan B. Price momentum and trading volume[J]. Journal of Finance, 2000, 55: 2017-2069
- [61] Daniel K, Hirshleifer D, Subrahmanyam A. A theory of overconfidence, self-attribution, and security market under-and overreactions[J]. Journal of Finance, 1998, 53: 1839-1886
- [62] Hong H, Stein J C. A unified theory of underreaction, momentum trading and over reaction in asset markets[J]. Journal of Finance, 1999, 54: 2143-2184
- [63] Campell J S, Crossman, Wang J. Trading volume and serial correlation in stock returns[J]. Quarterly Journal of Economics, 1993, 108: 905-939
- [64] Admati A R, Pfleiderer P. A theory of intraday patterns: Volume and price variability[J]. Review of Financial Studies, 1988, 1: 3-40
- [65] Brennan M, Subrahmanyam A. Investment analysis and price formation in securities markets[J]. Journal of Financial Economics, 1995, 38: 361-382
- [66] Brennan M, Subrahmanyam A. Market microstructure and asset pricing: On the compensation for illiquidity in stock returns[J]. Journal of Financial Economics, 1996, 41: 441-465
- [67] Fletcher R. A statistical model of changes in asset prices employing intraday data: A recursive approach[J]. Review of Financial Economics, 1993, 2: 43-60
- [68] Lee C M C, Ready M, Seguin P. Volume, volatility, and New York Stock Exchange trading halts[J]. The Journal of Finance, 1994, 49: 183-216
- [69] Lee M C, Ready M. Inferring trade direction from intraday data[J]. The Journal of Finance, 1991, 46: 733-748
- [70] 吴冲锋, 吴文锋 基于成交量的股价序列分析[J]. 系统工程理论方法应用, 2001, (1): 1-7
- [71] 吴文锋, 吴冲锋 基于成交量标度的股价动力学分析[C]. 大连: 第六届全国青年管理科学与系统科学学术研讨会, 2001, 8
- [72] Ane T, Genain N. Order flow, transaction clock and comality of asset returns[J]. Journal of Finance, 2000, 55: 2259-2284
- [73] Fischer L. Some new stock market indexes[J]. Journal of Business, 1996, 39: 191-225
- [74] Scholes M, Williams J T. Estimating betas from nonsynchronous data[J]. Journal of Financial Economics, 1977, 5(3): 309-327
- [75] Lo Andrew W, MacKinlay A C. An econometric analysis of nonsynchronous trading [J]. Journal of Econometrics, 1990, 45: 181-211

Trading volume and dynamic analytic method based on volume-driving prices

W U Chong-feng, W A N G Cheng-w ei, W U W en-feng

Financial Engineering Research Center of Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200052, China

Abstract In recently twenty years, academics attach more weight to the volume research. Especially in term of information, researchers believe that trading volume can provide information independent of the prices. But it still remains an open question as how to reconcile the volume part into the prices. This paper systematically review the existent research on trading volume domestic and abroad, and indicates that as the cumulative trading volume is a monotonously increasing function of time, trading volume contains not only time value factor (as does time), but also contains such

information value factors as trading costs. Then, we bring forward the idea of volume-driving price (VDP) and give the dynamic analytic method based on VDP and two methods to construct trading process of prices. We point out that the time series under both the calendar time hypothesis and the trading time hypothesis are peculiar situations of the trading volume hypothesis. Through the empirical research of 18 random chosen stocks, it was found that with lower orders and fewer parameters, this model has higher fitting capacity and explanatory capacity.

Key words: volume-driving; price series; information value; volume-based process

本刊 2001 年度论文评审特聘专家名单 (排名不分先后)

夏国平	陈 重	刘建一	于景元	陈国权	乌家培	彭 赓	赵晓波	张 宁
孙艳丰	冯允成	周寄中	徐伟宣	官建成	钟学义	崔晋川	邱苑华	杨晓光
方卫国	陈国青	李洪兴	魏法杰	汪寿阳	张景增	王永县	王殿福	周 泓
张尧庭	刘丽文	王惠文	时 勘	陈玉祥	朱世武	李泊溪	朱书尚	关 伟
王连芬	李雪松	卢 刚	夏绍伟	黄京华	来光贤	黄海军	陈 剑	陈锡康
魏一鸣	陈 安	章照止	芮明杰	范龙振	顾新一	达庆利	赵曙明	仲伟俊
陈 收	马士华	曾 勇	梁 楦	汤兵勇	洪剑峭	唐小我	谢 赤	盛昭瀚
王先甲	陈荣秋	张维明	陈晓红	骆品亮	刘海龙	郑绍濂	王金桃	陈 忠
宋学锋	曹先彬	郭耀煌	刘国新	郭道扬	谭跃进	胡汉辉	唐国兴	朱道立
龚国华	司春林	黄丽华	王文杰	吴健中	黄培清	钟麦英	顾海英	蒋 馥
吴冲锋	何建敏	刘春林	徐泽水	杨秀苔	黎志成	辜胜祖	欧阳明德	宋振明
马超群	李一智	彭建刚	孙林岩	王刊良	张朋柱	黄小原	党延忠	唐焕文
黄梯云	陈 劲	郭亚军	胡祥培	席酉民	覃 正	仲伟周	张 维	陈宗胜
李书全	胡毓达	凌文铨	樊治平	唐加福	刘骏民	陈文伟	汪定伟	王延章
李 垣	冯耕中	韩崇昭	苏 秦	刘洪涛	刘树林	李怀祖	徐 渝	崔文田
雷战波	赵增耀	杨德礼	秦学志	王众托	刘则渊	邓贵仕	朱庆华	王迎军
潘德惠	冯英俊	李汉铃	张 洁	赵振全	涂攀生	王秀峰	赵秀云	杨 超
孙东川	王惠文	张世英	王春峰	马寿峰	唐万生	顾培亮	和金生	王 茜
杨宝臣	杜 纲	李 波	马军海					

以上专家为本刊论文评审工作做出了重要贡献, 特向他们表示深深谢意!

《管理科学学报》编辑部