

DOI:10.15918/j.jbitss1009-3370.2017.0109

# 基于多属性羊群行为的股票风险及其传染

邬松涛, 何建敏, 李守伟

(东南大学 经济管理学院, 南京 211189)

**摘要:**以信息扩散和情绪传染为羊群行为形成驱动力,依据信息种类和来源、投资者改变交易量或交易方向以及订单买卖方向赋予羊群行为“内部”和“外部”、“隐性”和“显性”、“买入”和“卖出”等不同属性。在包含两只具有不同特性股票的人工股票市场中,对羊群行为形成机理及其对股票风险形成和传染的作用进行仿真研究。结果表明:投资者在无法获悉股票内在价值信息时,基于自信心和风险厌恶的情绪传染将引发显著的总体市场羊群行为;从单一股票风险形成来看,羊群行为导致股票价格波动扩大,其中隐性卖出羊群行为更好地解释了价格下跌风险;从股票间风险传染来看,当股票价格明显背离其内在价值时,内部羊群和外部羊群的交叉作用将导致风险传染发生。

**关键词:**股票风险; 风险传染; 信息扩散; 情绪传染; 多属性羊群行为

中图分类号: F830.91

文献标识码: A

文章编号: 1009-3370(2017)01-0064-09

风险及其传染问题,是股票市场相关研究中的重要话题。其中,风险集中表现为股票价格的大幅波动与下跌,而风险传染则主要由多只股票价格下跌过程中超出基本面的一致性来体现。价格波动是股价运行的客观规律,价格联动则表明了股票间内在关联性以及股市的有机整体性。大量研究从不同角度对以上规律和属性进行探讨,其中不乏基于行为金融理论的羊群行为视角。简单地说,羊群行为是指投资者通过学习或模仿做出和他人相同的投资决策(顾荣宝等,2015)<sup>[1]</sup>。根据这一定义,羊群行为既包括基于同样信息做出决策的“伪羊群”行为,又包括相互模仿导致的“真羊群”行为。羊群行为对股票价值发现、风险形成以及风险传染等方面产生广泛影响。在价值发现和风险形成上,当信息不对称时,投资者(模仿者)会认为他人(被模仿者)的交易决策形成于私人信息优势,进而采用相同的策略。此时,若被模仿者的私人信号体现了股票的内在价值而非情绪时,则该羊群行为加速了价值发现过程(龙海明等,2015)<sup>[2]</sup>;反之,将导致股票价格风险累积。同时,即使被模仿者的决策包含了内在价值信息,过度模仿的重度羊群行为也将推动股价远离内在价值,从而产生泡沫和进一步的价格崩溃。可见,羊群行为对风险形成的作用不仅取决于羊群行为形成的缘由,还取决于羊群行为的程度。当模仿程度不足以改变原交易方向,而仅使得交易量减少时,此时形成了一种相对“隐蔽”的羊群行为,其对股价的作用亦不容忽视。在风险传染上,除业务关联、交叉持股等实质性传染渠道外,投资者心理和行为常常构成了非实质性传染渠道(刘湘云等,2012)<sup>[3]</sup>。例如,整体市场行情变化后,投资者将重新调整对所持有的股票的心理预期;投资者试图根据一只股票的价格变化去预测另一只股票的价格变化。这种来自所持有股票外部的影响,导致了复杂的股票价格联动和风险传染现象。因此,研究羊群行为对理解股票风险形成及其传染具有重要意义。

## 一、文献综述

羊群行为在风险形成和传染方面的作用已得到广泛认同。在风险形成方面,羊群行为的存在助推了股价的波动性,使股票风险上升(谢赤等,2008)<sup>[4]</sup>;在风险传染方面,羊群行为加剧了企业微观层面的股价同步性(许年行等,2013)<sup>[5]</sup>,导致股市整体风险中系统风险的比例增加(孙培源等,2002)<sup>[6]</sup>,是股市危机爆发的导火索(Jegadeesh N等,2010)<sup>[7]</sup>。

目前,关于羊群行为的研究大致上可以分为3类:理论模型、实证分析和仿真实验。早期羊群理论模型从信息(Bikhchandani S等,1992)<sup>[8]</sup>和声誉(Trueman B,1994)<sup>[9]</sup>等方面分析了羊群行为产生的原因。此后,学

收稿日期: 2016-03-08

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(71671037,71071034);国家自然科学基金青年基金资助项目(71201023);东南大学优秀博士学位论文培育基金(YBJJ1569);江苏省普通高校研究生科研创新计划项目(KYZZ16\_0139)

作者简介: 邬松涛(1986—),男,博士研究生,E-mail:wusongtao\_wst@aliyun.com

者利用实证方法(Kremer S等,2013<sup>[10]</sup>;Yao J等,2014<sup>[11]</sup>)对股市中的羊群行为进行识别、测度和解释。但受研究范式的局限,实证研究方法束缚了行为金融理论的进一步发展,导致其缺乏普遍性的解释能力(张维等,2008)<sup>[12]</sup>。以圣塔菲研究所(Santa Fe Institute,SFI)建立的ASM(Artificial Stock Market)为先河,基于Agent(智能体)的计算实验金融方法为行为金融理论的发展提供了有力的工具支撑。学者利用该方法对羊群行为进行了大量研究,主要包括羊群形成机制及其市场影响两个方面。

在形成机理方面,Wei等(2003)<sup>[13]</sup>利用元胞自动机对投资者行为进行模拟,认为投资者间过度模仿将引发“羊群感染”(herd affection)。袁建辉等(2011)<sup>[14]</sup>在单一股票条件下进行实验,认为有限理性异质投资者之间的模仿行为会降低其对私人信号的重视程度,是羊群行为的一种内生机制。陈莹等(2010)<sup>[15]</sup>认为这种模仿行为不仅单独发生作用,其会与市场情绪信号产生协同作用,进而导致羊群行为,其研究表明羊群行为与收益率存在较强的相关性并导致价格泡沫或崩溃。不同于以上学者基于规则网络的投资者间模仿,黄玮强等(2010)<sup>[16]</sup>研究了具体不同密度的投资者网络中信息传播对羊群行为及股票价格波动的影响,卞曰塘等(2013)<sup>[17]</sup>的研究则进一步表明了小世界网络、无标度网络、规则网络等不同的网络拓扑结构对羊群行为的演化同样具有重要作用。在市场影响方面,刘海飞等(2011)<sup>[18]</sup>对短期和长期羊群行为的形成进行了区别研究,认为短期羊群行为与收益率存在双向的相互作用,而长期羊群行为则与交易者对外部信息重视程度、不知情交易者比例以及市场流动性不足正相关。刘祥东等(2014)<sup>[19]</sup>重点研究了不同程度的羊群行为对股票价格影响不同,其中只有重度羊群效应才会导致股市严重泡沫和危机发生。

既有文献着重研究了模仿导致的真羊群行为,在一定程度上忽视了基于学习形成的伪羊群行为。此外,上述仿真实验中皆在一只股票的假设下进行,不能为风险传染相关研究提供框架。基于此,本文将情绪和信息同时作为羊群行为形成的驱动力量,并结合外生给定的内在价值,研究羊群行为在价值发现和风险形成中的作用。以订单量大小和方向的改变赋予羊群行为更加丰富的属性,借此对股票价格联动和风险传染现象进行分析。

## 二、研究方法

### (一)市场结构与Agent基本特征

假设人工股票市场中存在两类资产:一类为无风险资产,其供给数量无限,收益率为 $r$ ;另一类为风险资产,即两只股票,其真实内在价值外生给定为 $p_i^e$ ( $i=1,2$ ,代表两只股票,下同)。假设一只股票为价值波动稳定的大盘股(以下称股票1),另一只股票为价值波动较大的小盘股(以下称股票2),波动大小通过 $p_i^e$ 、 $\mu_i$ 和 $\sigma_i^2$ 的差异进行设置,股票1和股票2的股本大小为别 $N_1$ 、 $N_2$ ,且 $N_1>N_2$ 。参照中国股票市场实践与研究目的,对本人工市场交易规则与微观结构做以下假设。首先,在基本规则方面不允许买空卖空行为,亦无融资融券发生<sup>[20]94</sup>。其次,订单簿只实时揭示5个不同买价和卖价的行情信息,包括价格和订单数量。再次,报价最小变动单位为0.01,买一到买五的报价分别为 $b_1$ 、 $b_2$ 、 $b_3$ 、 $b_4$ 、 $b_5$ ,卖一到卖五的报价分别为 $a_1$ 、 $a_2$ 、 $a_3$ 、 $a_4$ 、 $a_5$ ,其中 $b_5<b_4<b_3<b_2<b_1<a_1<a_2<a_3<a_4<a_5$ 。最后,本文市场出清采用连续双向拍卖(Continuous Double Auction,CDA)机制<sup>[21]</sup>。

市场中共存在 $n$ 个Agent,其不能准确获知内在价值信息,而预期股票内在价值服从几何布朗运动,即 $p_{i,t}^f=p_{i,t}^e e^{\varepsilon_{i,t}}$ , $\varepsilon_{i,t}\sim N(\mu_i,\sigma_i^2)$ 。其中仅参与股票1、股票2和同时参与两只股票交易的Agent个数分别为 $n_1$ 、 $n_2$ 和 $n_0$ ,且 $n_1+n_2+n_0=n$ ,其中 $n_1>n_2>n_0$ 。Agent持有大盘股、小盘股和现金的数量分别服从分布 $U[0,s_1]$ 、 $U[0,s_2]$ 和 $U[0,m]$ ,其中 $s_1>s_2>0$ , $m>0$ 。当Agent获取内在价值信息时表现为价值交易者;当投资者获悉价格信息时为动量交易者,根据股票历史价格趋势得到外推收益率,假设投资者回顾股票1和股票2的时间窗口分别为 $l_1\sim U[1,L_1]$ 和 $l_2\sim U[1,L_2]$ ,且 $L_1>L_2$ ;当投资者受到另一只股票价格干扰时则具有噪声交易者特质,此时其投资者的交易决策受到与股票本身内在价值不相关的另一只股票价格涨跌的影响。

在订单报价方面,假设Agent在订单簿揭示的价格范围 $[b_5,a_1]$ (买单)和 $[b_1,a_5]$ (卖单)内确定报价,同时受到涨跌幅范围的限制<sup>[20]95</sup>。同时Agent在不同的信息状态下报价不同,若其获悉真实内在价值则无论买卖均以即时成交价格提交订单;否则报价在允许范围内服从均匀分布,因此信息融入价格的速度取决于知晓该信息的投资者人数及其提交订单数量大小。在信息传播网络方面,本文利用W-S小世界网络模型<sup>[22]</sup>构

建Agent之间的信息扩散网络,其中规则网络的节点邻居数为4,重连概率为0.1。Agent在每期根据下文设置概率进行信息更新,即向“近邻”(1个路径长度范围内的邻居节点)“打听”相关股票信息。

## (二)信息扩散机理与情绪动态刻画

### 1.信息扩散机理

假设市场中存在可以分为“公共”和“私人”的4种信息。其中,公共信息 $U$ ,包括预期价值信息和股票价格信息,将预期价值信息归为此类是因为其只是投资者对股票内在价值的共同信念,而非股票真实的内在价值;私人信息,包括真实内在价值信息 $I$ 和噪声信息 $N$ 。 $I$ 为外生给定,不能同时为所有Agent获悉,通过传播网络上逐步扩散; $N$ 为投资者在买卖一只股票时,受到来自另一只股票价格信息的干扰,此时则称“另一只股票价格信息”为噪声信息。模型中Agent信息收集和处理能力有限,即为有限关注(Limited Attention)。因此, $I$ 和 $N$ 首先由信息获取能力较强的同时参与两只股票交易的Agent获取,而其他Agent是否受到以上信息的影响则取决于该信息的扩散情况。仿真过程中的信息传播情况由网络结构决定,图1展示了一次典型的传播过程。其中, $U$ 、 $I$ 和 $N$ 以下标区分不同股票信息;节点形状区分参与不同股票交易的Agent,“三角形”“方形”和“圆形”分别代表Agent只参与股票1和股票2,以及同时参与两只股票交易。

$t=0$ 为初始时刻,Agent获取其参与买卖股票的公共信息 $U_i$ 。显然,同时参与两只股票交易的Agent在买卖一只股票时受到另一只股票的噪声信息 $U_i$ 影响。 $t=1$ 为私人信息到达时刻,股票1的内在价值信息到达市场,并首先被投资者0获取,此时投资者0买卖股票1的决策由信息 $U_1$ 、 $N_1$ 和 $I_1$ 决定,而股票2的买卖决策所依据的信息未变; $t=2$ 为私人信息初步扩散时刻,由投资者0向其邻居扩散,并分别作为噪声信息和内在价值信息,融入投资者1以及投资者2和3的决策中。 $t=3$ 为私人信息进一步扩散时刻,投资者4、5、6、7、8、9依据相同的规则进行信息更新,并形成交易决策。

值得注意的是,此处 $t=0,1,2,3$ 并不是严格依照仿真时间步依次发生,仅为简化说明需要。在仿真模拟中,则依据投资者时间窗口长度设定信息扩散速度,假设投资者内在价值信息获取和遗忘的概率分别为 $l_1/100$ 、 $l_2/50$ 和 $ticks\_I/300$ ;噪声信息获取和遗忘概率分别为 $(L_1-l_1+1)/100$ 、 $(L_2-l_2+1)/50$ 和 $ticks\_N/300$ 。其中 $l_i$ 为投资者对股票 $i$ 的实际记忆长度; $L_i$ 为基准记忆长度; $ticks\_I_i$ 、 $ticks\_N_i$ 分别为投资者获取内在价值信息和噪声信息后的实验时间步长。可知,当投资者时间窗口越长时越表现出价值交易者特质,更加倾向于获取内在价值信息;时间窗口越短时越表现出噪声交易者特质,容易受到噪声信息影响。同时投资者在遗忘信息后,其在本次信息扩散过程中不再受私人信息扩散的影响。在股票本身内在价值信息更新方面,假设当所有投资者遗忘股票内在价值信息时进行更新,并开始新一轮的信息扩散过程。

### 2.情绪变化及传染

本文考虑两种投资者情绪,即自信心和风险厌恶。在自信心方面,假设投资者存在过度自信和自我归因偏差,其中自我归因偏差导致投资者在获利时将成功归因于自身因素,导致过度自信,而在损失时将失败归因于外界因素,导致自信心不会有相应幅度的减少<sup>[23]</sup>,现有研究表明投资者情绪与股票收益率交叉影响<sup>[24]</sup>,过度自信加剧市场波动<sup>[25]</sup>。沿着以往学者思路,以预期方差变小或变大代表投资者自信心的增加或减少。假

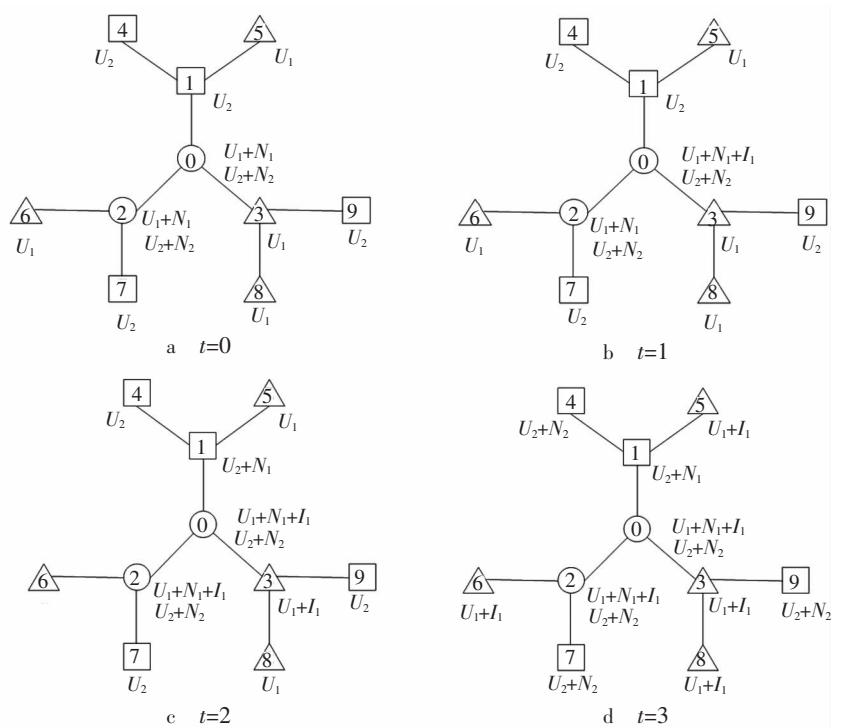


图1 一次典型信息传播过程

设投资者自信心遵循式(1)和式(2)的变化过程,式(1)表示投资者自信心的自我调整,式(2)表示在投资者自我调整后的邻居间的情绪传染, $n$ 为投资者邻居个数。其中,参数 $a$ 在获利和损失情况下的非对称变化区间代表自我归因偏差。

$$\sigma_t = \begin{cases} a\sigma_{t-1} & a \sim U(0, 1/2], \text{ 获利} \geq 0 \\ a\sigma_{t-1} & a \sim U(1, 3/2], \text{ 获利} < 0 \end{cases} \quad (1)$$

$$\sigma_{t+1} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \sigma_{j,t} \quad (2)$$

在风险厌恶情绪方面,以风险厌恶系数 $\alpha$ 表示,其随着市场行情波动,变化过程如式(3)所示。其中,第一项为投资者根据市场行情变化的自我风险态度调整, $\sigma_t/\sigma_{t-1}$ 为投资者当期价格标准差与前期价格标准差之比;第二项为投资者依赖于邻居的风险厌恶系数调整, $\bar{\alpha}_c = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \alpha_{j,t}$ 为邻居风险厌恶系数的平均值。

$$\alpha_{c,t+1} = 0.5(\alpha_{c,t} \times \sigma_t/\sigma_{t-1}) + 0.5\bar{\alpha}_c \quad (3)$$

### (三)羊群行为测度

#### 1. 信息驱动下价格预期形成

由前文信息扩散机理知,投资者可能处于 $U+N+I$ 、 $U+I$ 、 $U$ 和 $U+N$ 这4种信息状态,且在不同的信息状态下对下一期股价预期不同。当投资者信息状态为 $U+N+I$ 和 $U+I$ 时,由于投资者获悉股票内在价值信息,此时对两只股票价格的预期为内在价值,可表示为

$$E_{i,t}(p) = p_{U+N+I} = p_{U+I} = p_I \quad (4)$$

当投资者信息状态为 $U$ 时,其预期价格由预期价值信息和股票价格信息决定,可表示为

$$E_{i,t}(p) = p_U = w_{U_1} p_{U_1} + w_{U_2} p_{U_2} = w_{U_1} p_{t-1} e^{\varepsilon_t} + w_{U_2} p_{t-1} (1+\gamma) \quad (5)$$

其中, $w_{U_1}$ 和 $w_{U_2}$ 分别为预期价值信息和股票价格信息权重,本文分配两个部分相等权重; $\gamma = (p_{i,t} - p_{i,t-1})/p_{i,t-1}$ 为投资者在动量交易原则下对股票1或股票2收益率的外推系数。

当投资者信息状态为 $U+N$ 时,预期价格由预期价值信息、股票价格信息和噪声信息决定,可表示为

$$E_{i,t}(p) = p_{U+N} = w_U p_U + w_N p_N = w_U p_U + w_N p_{t-1} (1+\beta) \quad (6)$$

其中, $w_U$ 和 $w_N$ 分别为预期价值信息和噪声信息权重,同样取相等; $\beta = (p_{i,t} - p_{i,t-1})/p_{i,t-1}$ 为投资者在动量交易原则下对另一只股票收益率的外推系数。

#### 2. 情绪驱动下订单数量确定

形成预期价格后,投资者将“效用最大化”作为股票需求量衡量标准。根据投资者短视假设,采用CARA(Constant Absolute Risk Aversion)效用函数<sup>[26]</sup>,即 $U(W, \alpha) = -e^{-\alpha W}$ ,其中, $W$ 为投资者财富; $\alpha$ 为风险厌恶系数。若投资者财富由一只股票和固定收益债券构成,则在不考虑股利的情況下 $t$ 时刻的财富可以表达为

$$W_t = (W_{t-1} - p_{t-1} z_{t-1}) (1+r) + p_t z_{t-1} \quad (7)$$

其中, $p$ 和 $z$ 分别表示股价和股票持有量; $r$ 为固定收益率。投资者寻求投资在风险资产中的数量 $z_t$ ,使得时刻的期望效用 $E_t[-\exp(-\alpha_t W_t)]$ 最大化,即等同于

$$\max_{z_t} \{E_t[W_t] - \frac{\alpha_t}{2} \text{Var}_{t-1}[W_t]\} \quad (8)$$

其中, $\text{Var}_{t-1}$ 为投资者根据前期方差对下期风险进行预测。将式(7)代入式(8)中,得出投资者对两只股票的需求量分别为

$$z_{i,t} = \frac{E_{i,t}(p_t) - (1+r)p_{i,t-1}}{\alpha_{i,t} V_{i,t-1}} \quad (9)$$

前文分析得出投资者在4种不同信息状态下的价格预期,对应式(9)中不同的 $E_{i,t}(p_t)$ ,因此,将不同信息状态下的预期价格带入式(9)中,则得到不同信息状态下的需求量,可表示为(为简化,省略下标 $i$ )

$$z_{U+N+I} = z_{U+I} = \frac{p_t - (1+r)p_{t-1}}{\alpha_f \sigma_f} \quad (10)$$

$$z_U = w_{U_1} z_{U_1} + w_{U_2} z_{U_2} = w_{U_1} \frac{p_{U_1,t+1} - (1+r)p_t}{\alpha_g \sigma_g^2} + w_{U_2} \frac{p_t(1+\gamma) - (1+r)p_t}{\alpha_c \sigma_c^2} \tag{11}$$

$$z_{U+N} = w_U z_U + w_N z_N = w_U z_U + w_N \frac{p_t(1+\beta) - (1+r)p_t}{\alpha_n \sigma_n^2} \tag{12}$$

其中,  $\alpha$  和  $\sigma^2$  的下标  $f, g, c$  和  $n$  分别表示投资者对股票真实内在价值、预期内在价值、价格以及噪声价格的风险厌恶系数和方差的估计。

在确定需求量  $z$  之后, 投资者将其与现有头寸  $s$  进行比较, 同时考虑资源约束, 得出提交订单大小  $q$  以及交易方向  $d$  (以 1、-1、0 分别表示买入、卖出、持有现有头寸), 具体判别如式(13)所示。得到订单数量及方向后, 投资者根据订单簿揭示的价格信息与前文所述规则确定买卖报价。

$$\begin{cases} d=1 & \text{且 } q = \min\{z-s, c/p_{t-1}\}, \text{ 如果 } 0 \leq s < z \text{ 且 } c > 0 \\ d=-1 & \text{且 } q = s-z, \quad \text{如果 } 0 \leq z < s \\ d=0 & \text{且 } q = 0, \quad \text{否则} \end{cases} \tag{13}$$

### 3. 羊群属性界定及量化指标

首先根据买卖方向赋予羊群行为“买入”或“卖出”属性; 其次根据获取信息前后改变订单数量或交易方向赋予羊群行为“隐性”或“显性”属性; 最后根据该信息来自投资者所交易股票或另一只股票赋予羊群行为“内部”和“外部”属性。从而在本文分析框架下存在 8 种不同属性的羊群行为, 通过进一步比较具体信息下的订单大小, 即  $q_{U_i}$  与  $q_{U_i+U}$ 、 $q_{U+N}$  与  $q_{U+N}$  的差别可得到羊群量化指标。以“外部羊群”为例, 对羊群行为的属性界定和量化指标确定进行说明, 如表 1 所示。

表 1 外部羊群属性界定及量化

前交易方向	后交易方向	羊群属性	羊群量化指标
$d_U=1$	$d_{U+N}=0$	外部、隐性、卖出	$-q_U < 0$
	$d_{U+N}=-1$	外部、显性、卖出	$-q_U - q_{U+N} < 0$
	$d_{U+N}=1$	外部、隐性、卖出 外部、隐性、买入	$q_{U+N} - q_U < 0$ $q_{U+N} - q_U > 0$
$d_U=-1$	$d_{U+N}=0$	外部、隐性、买入	$q_U > 0$
	$d_{U+N}=-1$	外部、隐性、卖出 外部、隐性、买入	$q_U - q_{U+N} < 0$ $q_U - q_{U+N} > 0$
	$d_{U+N}=1$	外部、显性、买入	$q_U - q_{U+N} > 0$
$d_U=0$	$d_{U+N}=0$	无	无
	$d_{U+N}=-1$ $d_{U+N}=1$	外部、显性、卖出 外部、显性、买入	$-q_{U+N} < 0$ $q_{U+N} > 0$

## 三、仿真模拟及结果分析

### (一) 参数选取及仿真股价

由于本文的研究目的不是建立与现实情况完全相同的人工股票市场, 而是通过一定的机制和参数设置研究羊群行为形成机制及其市场影响。因而参数可在具有一定弹性的可行空间中选取, 经过反复实验后给出参数的一次典型取值, 如表 2 所示。

表 2 市场及投资者初始参数设定

参数	含义	取值	参数	含义	取值
$n_1$	股票 1 交易人数	250	$\alpha_{1,f}$	股票 1 内在价值风险厌恶系数	0.05
$n_2$	股票 2 交易人数	150	$\alpha_{2,f}$	股票 2 内在价值风险厌恶系数	0.1
$n_0$	股票 1 和 2 交易人数	50	$\sigma_1^2$	股票 1 预期内在价值方差	0.05
$m$	现金持有量	$U[0,800]$	$\sigma_2^2$	股票 2 预期内在价值方差	0.1
$s_1$	股票 1 持有量	$U[0,100]$	$L_1$	股票 1 时间窗口上限	20
$s_2$	股票 2 持有量	$U[0,50]$	$L_2$	股票 2 时间窗口上限	10
$N_1$	股票 1 股本	14 681	$\mu_1$	股票 1 收益漂移率	$N(0,0.025)$
$N_2$	股票 2 股本	5 057	$\mu_2$	股票 2 收益漂移率	$N(0,0.05)$

在 Netlogo 仿真软件中运行 1 000 期, 股票价格时间序列与内在价值如图 2 所示。从单一股票价格运行来看, 每次内在价值更新为新一轮信息传播过程, 该信息通过投资者之间的传播和订单方向及数量逐步融入股价, 这一过程导致了股价对信息的“反应不足”和“过度反应”; 从两只股票价格运行来看, 两者相互影响, 具有股价联动效应。因而本文人工市场在一定程度上能够重现股票市场风险形成及其传染现象, 股价日对数收益率序列与 2012—2014 年上证指数、深证成指、日经 225 指数(N225)、道琼斯工业指数(DJI)、标准

普尔500(SP500)及纳斯达克综合指数(NASDAQ)的收盘价日对数收益率对比情况如表3所示,对比结果表明仿真结果与实际市场具有相似性。

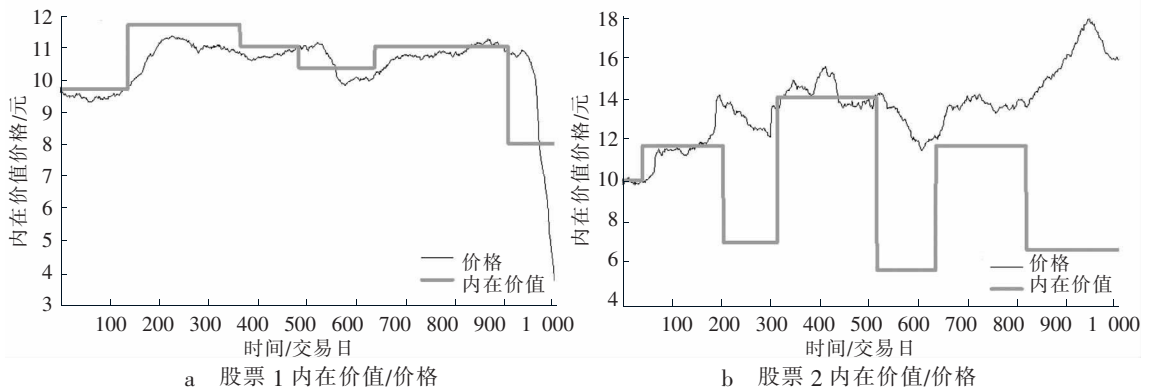


图2 股票1和2的内在价值及价格

表3 仿真结果与各指数收益率统计数据对比

股指/股票	上证指数	深证成指	N225	DJI	SP 500	NASDAQ	股票1	股票2
标准差	0.011 2	0.013 8	0.013 6	0.007 0	0.007 4	0.008 7	0.002 7	0.005 2
峰度	5.581 3	4.718 6	5.466 7	3.972 5	4.179 9	4.142 4	4.856 0	5.846 4
偏度	-0.014 9	0.085 1	-0.467 1	-0.230 0	-0.228 8	-0.319 3	-0.315 3	0.399 5

(二)总羊群与隐性和显性羊群对风险影响

如前文所述,以风险厌恶和自信心(预期方差)作为投资者情绪构成成分,式(9)表明两者共同决定了投资者需求量的大小。同时考虑不受内在价值信息影响的投资者人数,以排除“伪羊群”的影响,最终将三者乘积作为市场整体情绪指标,其值越大代表投资者受到私人信息和自身情绪影响越小且越依赖于公共信息及他人信息和情绪。将各属性羊群指标绝对值之和作为总羊群指标,其与市场整体情绪指标如图3所示。

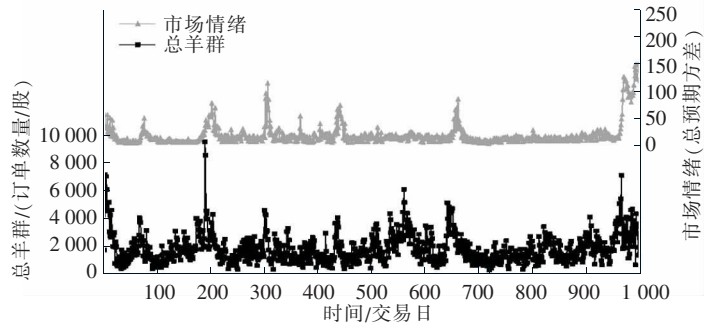


图3 市场情绪与羊群行为

因而总羊群行为的形成可从3个方面得到解释:其一,在放松有效市场假说的条件下,投资者无法根据内在价值信息进行交易;其二,市场价格波动通过方差影响投资者效用函数最大化过程;其三,情绪传染过程造成了投资者的群体行为。

首先,从总羊群行为角度考察其对股票风险形成的作用,图4分别对比了股票1和股票2中总羊群行为演化与价格风险(以10个交易日为时间窗口滑动计算方差)变化情况,由于在人工市场“崩溃”时方差变化过大,此处仅给出前900期情况。从图4中可以看出股票价格方差的变动与羊群行为演化具有极高契合度,因此羊群行为的加剧增加了股票风险。但值得注意的是,规模相当的羊群行为并没有导致类似大小的价

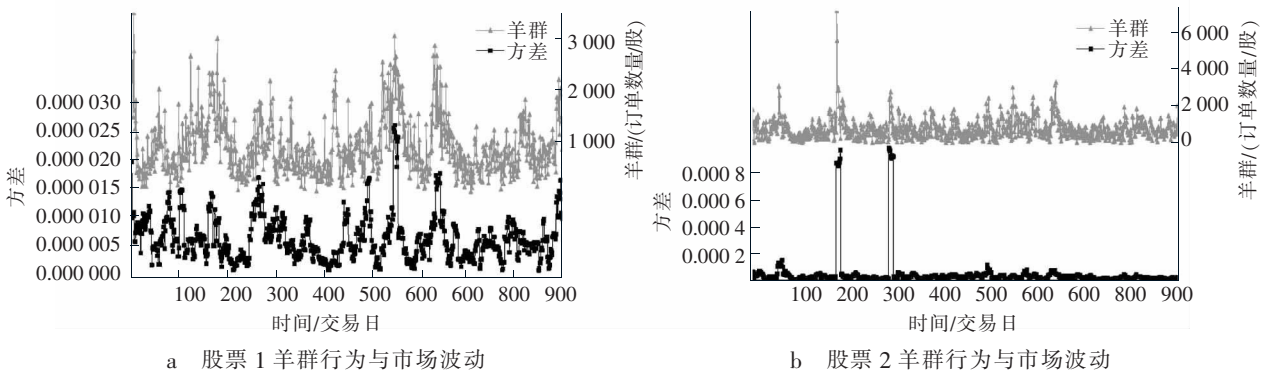


图4 羊群行为与市场波动

格波动。在连续双向拍卖交易机制下,投资者订单能否成交取决于多方面因素,如订单报价、进入订单簿时机以及价差等,这一机制在一定程度上“扭曲”了市场信息向价格融入的过程。其次,考察投资者改变交易方向或仅减少或增加交易量对股价上涨和下跌的影响,即从显性羊群和隐性羊群两个角度考察其对股价运行的作用,如图5所示。总量上来看,大盘股(图5a)中显性羊群行为和隐性羊群行为相当,而小盘股(图5b)中隐性羊群行为更为显著;方向上来看,隐性卖出羊群行为对股票价格的下跌更具有解释能力,这一点在小盘股上表现的尤为明显,表明在市场深度不足或流动性较差的股票中仅增加或减少一定交易量即足以影响股价运行。

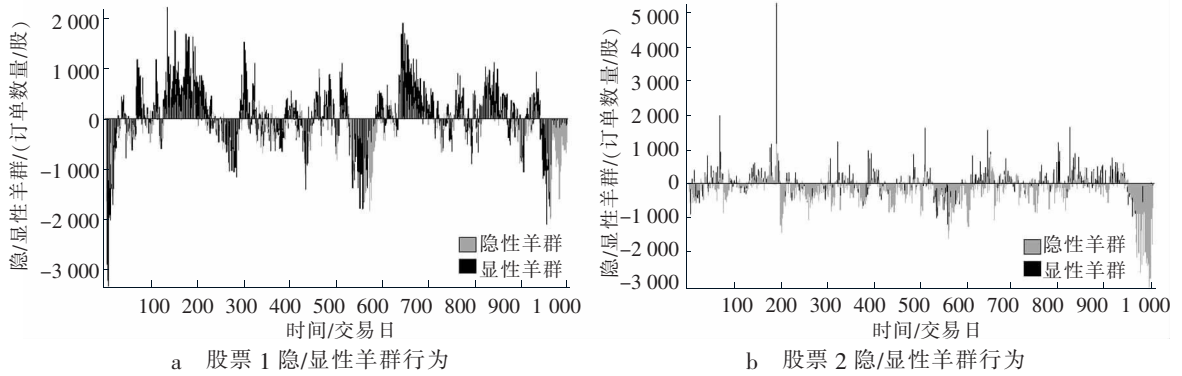


图5 隐性与显性羊群行为

### (三) 内部和外部羊群对股价联动及风险传染影响

如图6阴影部分所示,两只股票价格运行在1~195期、228~300期、520~620期、624~719期以及940~1000期5个阶段存在显著的联动效应,对应阶段的内外部羊群行为如图7所示。该效应可能由以下3方面因素导致:其一,价格向内在价值回归,即在知情交易者的作用下两只股票价格在向其内在价值回归时的表现出的变动方向一致性,此时的价格联动由投资者对经济基本面的一致性判断导致;其二,股票内部动量交易,两只股票由于相同的动量交易方向而形成的同时上涨或下跌趋势,即股票中具有相同方向的内部羊群行为;其三,股票间风险传染,即一只股票的上涨或下跌受到另外一只股票价格信息的影响,从而具有相同的运行方向,这一点可由外部羊群行为获得解释。

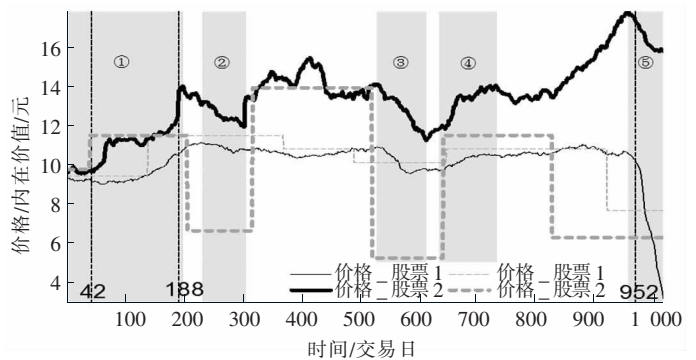


图6 股票价格联动与风险传染

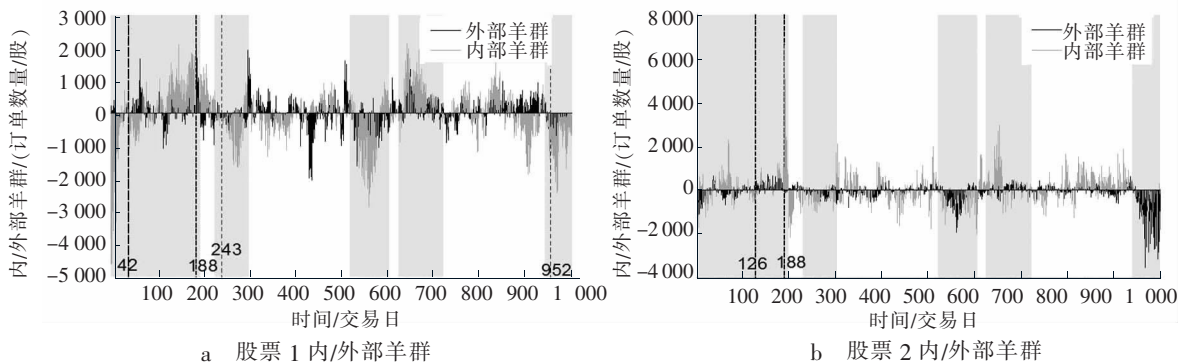


图7 内外部羊群交叉影响

下面对各个阶段进行详细说明。第一阶段(图6中①,下同),两只股票价格皆低于内在价值,首先股票2的内在价值发生变化导致其价格快速上涨,此时股票1受其影响在第42期,如图7a所示(下同),开始出现外部羊群行为,并进一步诱发强于外部卖出羊群的内部买入羊群导致股票1价格上涨。其后股票1内在价值发生变化导致其价格持续上涨,受到这一影响股票2于126期开始产生外部买入羊群并于188期时导致强烈的内部羊群,如图7b所示(下同),此时股票1的价格受到外部羊群影响加速上涨。第二阶段,股票2

在内部羊群和价值回归的共同作用下价格下跌,而股票1价格在未进入第二阶段时即受到股票1价格下跌的影响,虽然内部买入羊群量强于外部卖出羊群力量,但已出现上涨速度减缓现象,而在第二阶段的243期,在外部卖出羊群的带动下价格开始下跌。第四阶段和第四阶段的内外部羊群相互作用的机理与第二阶段类似,只是在不同的市场行情下变现为对内在价值信息的“反应不足”和“过度反应”。

第五阶段则充分体现了在内外部羊群交叉影响的作用下产生的股票间风险传染现象。该阶段开始之前股票1围绕其内在价值小幅波动,未对股票2价格产生影响,而股票2则在内部买入羊群的作用下价格持续偏离其内在价值。直至内在价值信息为较多投资者获取后,股票2价格开始下跌,其在952期之前的下跌主要受到外部羊群的影响,其后则在外部羊群导致的下跌趋势得到确认后形成了重度内部卖出羊群,并对股票1产生“传染”。同时在价值回归的作用下,市场反应过度,股票1出现价格“崩溃”现象,由此风险传染发生。

#### 四、结论

本文构建了包含两只不同特性股票的人工股票市场实验平台,利用基于多Agent的计算实验金融方法研究多属性羊群行为形成机理和股票风险传染等相关问题。研究表明:

1.市场情绪指标与总羊群行为显著相关,不知情交易者人数及其之间的情绪传染是羊群行为形成的一个重要驱动力量。

2.股票市场中始终存在羊群行为,适度羊群行为则有利于股票价值发现,而重度羊群行为则将导致股票价格泡沫或崩溃。

3.羊群行为导致股票价格波动明显扩大,且隐性羊群行为对股价运行的作用不容忽视,其中隐性卖出羊群在股价下跌过程中占据重要作用,这一影响对于股本较小的股票更加显著。

4.股票价格联动由多种因素导致,在不同的市场状态下股票内在价值、内部羊群以及外部羊群对联动效应产生不同影响。只有在两只股票的价格同时背离其内在价值较大时,在价值回归的作用下首先产生内部羊群,此时价格下跌导致外部羊群,最终在内部羊群和外部羊群的交叉作用下引发两只股票价格同时下跌,从而产生风险传染效应。

#### 参考文献:

- [1] 顾荣宝,刘海飞,李心丹,等. 股票市场的羊群行为与波动:关联及其演化——来自深圳股票市场的证据[J]. 管理科学学报, 2015,18(11):82-94.
- [2] 龙海明,颜琨. 基于股价同步性视角的机构投资者羊群行为研究[J]. 学术探索, 2015(5):58-63.
- [3] 刘湘云,陈洋阳. 极端金融风险溢出效应的影响因素和机理分析[J]. 广东商学院学报, 2012,27(5):77-83.
- [4] 谢赤,张太原,禹湘. 证券投资基金投资行为对中国股市波动性影响研究[J]. 中国社会科学, 2008(3):68-78.
- [5] 许年行,于上尧,伊志宏. 机构投资者羊群行为与股价崩盘风险[J]. 管理世界, 2013(7):31-43.
- [6] 孙培源,施东晖. 基于CAPM的中国股市“羊群行为”研究——兼与宋军,吴冲锋先生商榷[J]. 经济研究, 2002(2):64-70.
- [7] JEGADEESH N, KIM W. Do analysts herd? an analysis of recommendations and market reactions[J]. Review of Financial Studies, 2010,23(2):901-937.
- [8] BIKHCHANDANI S, HIRSHLEIFER D, WELCH I. A theory of fads, fashion, custom, and cultural change as informational cascades[J]. Journal of Political Economy, 1992,100(5):992-1026.
- [9] TRUEMAN B. Analyst forecasts and herding behavior[J]. Review of Financial Studies, 1994,7(1):97-124.
- [10] KREMER S, NAUTZ D. Short-term herding of institutional traders: new evidence from the German stock market[J]. European Financial Management, 2013,19(4):730-746.
- [11] YAO J, MA C, HE W P. Investor herding behaviour of Chinese stock market[J]. International Review of Economics & Finance, 2014(29):12-29.
- [12] 张维,赵帅特. 基于ACF的行为金融研究局限及未来研究方向[J]. 现代财经:天津财经学院学报, 2008,28(10):9-13.
- [13] WEI Y, YING S, FAN Y, et al. The cellular automaton model of investment behavior in the stock market[J]. Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, 2003,325(3):507-516.
- [14] 袁建辉,邓蕊,曹广喜. 模仿式羊群行为的计算实验[J]. 系统工程理论与实践, 2011,31(5):855-862.
- [15] 陈莹,袁建辉,李心丹,等. 基于计算实验的协同羊群行为与市场波动研究[J]. 管理科学学报, 2010,13(9):119-128.



- [16] 黄玮强,庄新田,姚爽. 基于信息传播和羊群行为的股票市场微观模拟研究[J]. 管理学报,2010,7(2):273-277.
- [17] 卞曰塘,何建敏,庄亚明. 基于近邻择优策略的股市羊群行为网络协同演化模型及仿真[J]. 管理工程学报,2013,27(4):53-61.
- [18] 刘海飞,姚舜,肖斌卿,等. 基于计算实验的股票市场羊群行为机理及其影响[J]. 系统工程理论与实践,2011,31(5):805-812.
- [19] 刘祥东,刘澄,刘善存,等. 羊群行为加剧股票价格波动吗? [J]. 系统工程理论与实践,2014,34(6):1361-1368.
- [20] 李悦雷,张维,熊熊. 最小报价单位对市场流动性影响的计算实验研究[J]. 管理科学,2012,25(1):92-98.
- [21] LI Y,ZHANG W,ZHANG Y,et al. Calibration of the agent-based continuous double auction stock market by scaling analysis [J]. Information Sciences,2014(256):46-56.
- [22] WATTS D J,STROGATZ S H. Collective dynamics of“small-world”networks[J]. Nature,1998,393(6684):440-442.
- [23] DANIEL K,HIRSHLEIFER D,SUBRAHMANYAM A. Investor psychology and security market under-and overreactions[J]. The Journal of Finance,1998,53(6):1839-1885.
- [24] 池丽旭,张广胜,庄新田,等. 投资者情绪指标与股票市场——基于扩展卡尔曼滤波方法的研究[J]. 管理工程学报,2012,26(3):122-128.
- [25] 赵尚梅,孙桂平,杨海军. 股票期权对股票市场的波动性分析:基于 agent 的计算实验金融仿真角度[J]. 管理工程学报,2015,29(1):207-215.
- [26] BARBERIS N,GREENWOOD R,JIN L,et al. X-CAPM:an extrapolative capital asset pricing model[J]. Journal of Financial Economics,2015,115(1):1-24.

## The Study of Stock Risk and Its Contagion

### —Based on Multi-attribute Herding Behavior

WU Songtao, HE Jianmin, LI Shouwei

(School of Economics and Management, Southeast University, Nanjing 211189, China)

**Abstract:** Herding behavior, which was driven by information and emotion, was attributed with “internal” or “external”, “hidden” or “explicit”, “buy” or “sell” according to investors’ different information resources, changes in trade direction or trade volume by receiving the information and the trade direction of the submitted order. To study formation mechanism of herding behavior and its implication on stock risk and contagion, a artificial stock market containing two stocks with different characteristics has been constructed. The result has shown that total herding behavior was highly related to the average emotion in the stock market, that fluctuation of stock price was expanded by herding behavior significantly and hidden herding behavior has an explanatory for price falls in two stocks, that when the overall stock market soaring and the price of two stocks was much higher than its intrinsic value, risk contagion would be caused by interaction between internal herding and external herding.

**Key words:** stock risk; risk contagion; information diffusion; emotion contagion; multi-attribute herding

[责任编辑:宋宏]