



羊群行为与股价波动的关系： 来自理论层面的证据

张普¹, 蒋月娥², 倪文辉²

¹ 常州大学 经济学院, 江苏 常州 213164

² 常州大学 商学院, 江苏 常州 213164

摘要: 随着行为金融学研究的蓬勃发展, 股票市场中普遍存在羊群行为已经成为共识, 但已有研究大多停留在实证层面, 且对于羊群行为与股价波动之间关系的讨论并未形成一致的结论, 部分研究认为羊群行为会加剧股价波动, 还有研究表明羊群行为可能促进股票市场的稳定。

从理论层面分析羊群行为和信息状态与股价波动之间的关系。基于无套利原理和期权博弈方法, 构造资产组合复制正常交易中的股票, 以波动性价值描述波动在股票价格构成中的贡献率, 并将其作为测量股价波动的指标。基于信息视角构建羊群行为模型, 描述羊群行为和信息状态对股价波动的作用, 建立羊群行为视角下的股票波动性价值模型。运用最小二乘蒙特卡罗方法求解模型, 具体分析不同信息条件下羊群行为对股票波动性价值的影响。

研究结果表明, 羊群行为对股价波动的影响需要根据不同的信息条件进行分析。羊群行为加剧市场信息向完全“知情”和完全“不知情”分化, 因而在信息不完全但对称的条件下, 低信息水平的市场中羊群行为对股价波动产生收敛作用, 高信息水平的市场中羊群行为对股价波动产生发散作用, 而在中等信息水平的市场中羊群行为的作用则不明显。对于信息不完全且不对称的市场, 表现为在同等信息不对称条件下, 羊群行为在信息优势不明显时平抑股价波动, 而在信息优势足够大时加剧股价波动。

研究结果对实证研究中羊群行为是否加剧股价波动的分歧观点给出合理的解释, 进一步完善了现代资产定价理论; 为监管部门健全信息披露制度、加强投资者教育引导等政策措施提供理论依据, 帮助投资者充分认识市场信息状态和有限理性行为, 为优化决策、规避风险提供参考。

关键词: 羊群行为; 股价波动; 不对称信息; 期权博弈; 有限理性

中图分类号: F830.91

文献标识码: A

doi: 10.3969/j.issn.1672-0334.2021.02.011

文章编号: 1672-0334(2021)02-0144-15

引言

随着近年来行为金融研究的蓬勃发展, 羊群行为是否加剧股价波动的问题作为市场焦点之一备受

关注。然而, 虽然相关的研究数量颇丰, 却并未形成共识。有学者认为羊群行为加剧股价波动^[1], 也有学者却认为并非如此, 适当条件下, 羊群行为甚

收稿日期: 2018-05-20 **修返日期:** 2018-12-09

基金项目: 国家社会科学基金(14BJY183); 江苏省高校哲学社会科学基金项目(2020SJDZDA041); 江苏省研究生科研创新计划(KYCX20_2607)

作者简介: 张普, 管理学博士, 常州大学经济学院教授, 研究方向为金融资产定价和金融风险管理等, 代表性学术成果为“基于期权博弈的股票波动性价值模型”, 发表在2012年第8期《系统工程理论与实践》, E-mail: zhangpu@cczu.edu.cn

蒋月娥, 常州大学商学院硕士研究生, 研究方向为金融工程和金融管理等, E-mail: 653364543@qq.com

倪文辉, 常州大学商学院硕士研究生, 研究方向为资本资产定价和金融风险管理等, E-mail: nwh0506@163.com

至可能驱使股票价格回归均衡,促进股票市场的稳定,提高市场效率^[2]。

羊群行为是指市场参与者由于受到其他市场参与者采取的某种投资策略的影响而采取相同投资策略的行为,通俗地说就是市场参与者的“随大流”行为。“随大流”带来的影响,其实应主要取决于“大流”是什么,即所谓的“近朱者赤,近墨者黑”。具体到股价波动的问题上,可以设想,如果“头羊”的策略可能导致股价波动,那么羊群行为便会加剧市场波动;反之,则会起到稳定市场的作用。因此,本研究探讨对羊群行为可能加剧或平抑股价波动所需的条件的判断。

本研究试图从理论层面解决这一问题。首先,基于无套利原理和期权博弈思想构建股票的波动性价值模型,描述波动在股票价格构成中的贡献率,并将其作为测量股价波动水平的代理指标;其次,结合基于信息的羊群行为模型^[3]分析羊群行为的存在对股票波动性价值分布特征的影响;最后,得出羊群行为是否加剧或平抑股价波动的结论,给出得到相关结论所需的具体条件,并据此提出可供理论和实践参考的对策和建议。

1 相关研究评述

1.1 关于羊群行为的存在性及存在条件

目前,已有相当充分的证据证明证券市场上存在羊群行为,近年来的研究主要侧重于描述羊群行为存在的条件,如波动率水平、信息不对称程度和市场环境等。对东欧市场的研究发现,金融危机时期,低市场波动率下很少有行业部门出现羊群行为,而在高市场波动率下的行业部门中则发现了羊群行为^[4]。在台湾市场,学者发现了羊群行为,且认为羊群行为根据异质性波动率在不同的投资组合下表现出不同的模式^[5]。基于美国市场的研究则发现羊群行为是时变的,在极端的市场条件下表现更突出,如金融危机的开始阶段^[6]。在中国,学者们发现信息不对称引起投资者盲目跟风而产生羊群行为、追涨杀跌等情况,从而导致资产价格的异常波动^[7]。对于境内和境外投资者,由于境外投资者掌握中国股票市场的信息较少,因此境内机构投资者是市场波动的“领头羊”,而QFII仅处于“从羊”地位,且出现境外投资者的行为与境内机构投资者行为趋同的现象^[8]。

1.2 关于羊群行为加剧股价波动的研究

对于羊群行为与股价波动的关系,已有研究并未达成共识,多数学者认为羊群行为会加剧股价波动。

市场层面的研究中,已有基于不同国家、不同视角的研究证实羊群行为与股价波动之间有正相关关系。在对西班牙证券市场日内数据的研究中,人们发现羊群行为对历史波动率和已实现波动率均具有正向的解释能力^[9]。而在对印度股市的实证分析中,发现境外投资者的无意羊群行为引起股市的短

期波动,并且买方羊群行为比卖方更激烈^[10]。中国市场中,异质代理人羊群行为视角下的研究证明代理人之间的相互模仿能够产生羊群行为,且这种羊群行为与收益波动有较强的正相关关系^[11]。

个股及市场组合层面上,相关研究也得出了类似的结论。研究者发现浦发银行股票存在显著的羊群效应,并通过建立线性回归模型证实股票的羊群行为程度与股票指数波动率之间呈正相关关系^[12]。ST股票的羊群行为对其股价波动也具有显著的影响,并且ST股票的羊群效应比非ST股票更加显著^[13]。

在人工股票市场的研究中,羊群行为与股价波动之间的正相关关系表现得更加显著。基于计算实验方法,有研究发现代表羊群效应强弱的值越大,市场收益的波动也越大,说明羊群行为与市场波动程度存在显著的相关性^[14]。基于无标度网络投资者关系的人工股市模型中,也发现羊群行为水平与市场收益率波动性具有明显的正相关关系^[15]。同时,除了造成单一的股票价格波动性增加外,羊群行为还将导致波动风险在股票之间传染^[16]。

此外,关于中国房地产市场^[17]和欧洲碳期货市场^[18]中羊群行为与市场波动之间关系的研究,也从另一个侧面证明羊群行为能显著增加市场波动。

1.3 关于羊群行为不一定加剧股价波动的研究

与上述观点相反,仍有部分学者认为羊群行为不一定加剧股价波动。这类的研究大体可以分为两类,一类认为羊群行为能平抑市场波动,另一类则认为羊群行为对股价波动的影响会依不同的条件变化。

持羊群行为能平抑市场波动观点的研究多基于机构投资者的视角。早期的研究认为,由于机构投资者的投资行为具有专业性,所以,他们的羊群行为不一定加剧市场波动,反而能减弱市场波动^[19]。与这一观点相呼应,WERMERS^[20]研究美国股票市场中基金管理者的羊群行为,发现他们的羊群行为能够加速股票价格对关于公司前景信息的吸收,能够在一定程度上起到稳定市场的作用;盛军锋等^[21]则运用GARCH模型和条件波动方程分析中国股票市场上机构投资者的影响,发现机构投资者的投资行为确实减弱了市场波动。

认为羊群行为对股价波动的影响需依据不同条件来判断的研究近年来比较多见。根据羊群行为程度的不同区分,有研究发现轻度羊群效应区间内股价呈现小幅周期波动,中度羊群效应区间内股价经过一段时间波动后收敛至均衡价格,而重度羊群效应区间内股价发生大幅度的非理性波动^[22]。根据证券市场重大事件区分,发现2005年汇改前深圳股票市场的羊群行为与市场波动互不影响,汇改至2007年之间羊群行为正向影响市场波动,而2008年金融危机之后羊群行为与市场波动呈反向相互影响关系^[23]。根据行业的不同区分,LITIMI et al.^[24]发现在美国股市中,尽管羊群行为会增加部分行业的泡沫

风险,但对整体市场而言具有抑制波动的作用。BENSAÏDA^[25]基于异质波动率的视角进一步验证了这一观点。此外,根据羊群行为形成的社会网络不同,研究者还从理论上证实了羊群行为与市场波动的关系将受到充当“头羊”的专家信息水平、专家类型、专家数量和追随者的敏感性等因素的共同影响^[26]。

1.4 关于波动与波动性价值

关于股价波动的研究数量颇丰,但大多并未考虑其在股价构成中独立的贡献。

早年著名的流动性期权理论在对股票流动性价值的探索中认为,决定流动性折价程度的主要因素是收益波动率^[27],这可以认为是波动性价值研究的起源。但在随后的实证中,人们发现交易受限股票的折价程度可能接近甚至超过理论模型给出的最大值^[28],由此可以认为流动性价值可能并非交易受限股票产生折价的唯一原因。

随后,针对金融市场微观结构,有研究发现股价波动性与股票流动性之间存在不完全相关关系^[29],并可能互为因果^[30]。在对资产定价因子更进一步的横截面检验中,发现波动因子是显著的,且加入波动因子的模型误差明显优于资本资产定价模型(CAPM)^[31]。至此,学术界逐渐开始将波动作为股票价格过程中相对独立的影响因素。

与此同时,考虑市场参与者有限理性和异质交易行为的波动性研究开始出现。实证研究表明,异质信念会影响股价波动,且信念差异程度越大,股票价格的波动越剧烈^[32];朱宏泉等^[33]以未预期交易量作为异质信念的代理指标,证实股票收益波动与异质信念存在联系;虞文微等^[34]则从特质波动率角度论证上述关系。理论方面,基于市场参与者异质性假设,已证实波动性价值在股票价格的形成中具有独立的影响能力,并且这种影响能力也受信息不对称程度的影响^[35]。

1.5 研究评述

综上所述,羊群行为对股价波动的影响确实存在,但在不同市场、不同时间、不同投资者类型之间的表现存在明显差异,已有研究多从实证层面分析现象,但从理论角度探索这些差异产生原因的研究尚不多见。与此同时,波动作为股票价格的独立影响因素开始受到学界关注,但尚未考虑投资者有限理性的影响。因此,在股票波动性价值研究中引入羊群行为,构建理论模型讨论羊群行为影响股价波动的作用机制及表现形式,无疑是非常有意义的研究方向,本研究的工作将遵循这一思路展开。

2 羊群行为驱动下的股票波动性价值模型

2.1 基于期权博弈的股票波动性价值模型

假设1 市场中存在两种类型的参与者,分别为价值型和市场型,他们拥有不同的交易动机。价值型市场参与者立足于股票内在价值,投资目标为获取公司未来的长期收益;市场型市场参与者则关注市

场行情,希望在短期内通过买卖股票获取即时利润。

假设2 市场无摩擦,流动性充足,市场参与者是价格接受者。

若有 $t \in [0, T]$, T 为构建模型所需的用于测算股票波动性价值的总时长, t 为其中的任意时点。令 A_0 为市场中可正常交易的股票, $t=0$ 时,其市价为 S_0 。 A_{-1} 为与 A_0 对应的虚拟股票, $t=0$ 时,市价为 S_{-1} ,假设 A_{-1} 可流动但价格无波动,当 $t \in [0, T]$ 时,只能以价格 S_0 卖出,且除此之外与 A_0 无区别。因此,某市场参与者G面临如下策略选择:

策略1:

(1)以当前市价 S_{-1} 买入一份 A_{-1} ;

(2)以价格 P_C 买入一份或有请求权C,其执行价格为 S_t ,即可正常交易的股票 A_0 在 t 时的真实市场价格,持有者为市场参与者G,他可以在该或有请求权的有效期限内的任一时点以价格 S_t 卖出一份 A_{-1} 。

(3)以价格 P_Z 卖出一份或有请求权Z,其执行价格为 S_0 ,持有者为市场参与者F,他可以在该或有请求权有效期限内的任一时点,向卖出方(即市场参与者G)卖出一份 A_0 ,价格为 S_0 。

(4)或有请求权C和Z中若有一个先行权,另一个则作废。

策略2:以价格 S_0 买入一份 A_0 。

至此,本研究计算当市场参与者G认为这两种策略之间无差异时 S_{-1} 的取值。

不难发现,策略1构建的资产组合完全复制 A_0 的价格和收益,根据无套利原理,有

$$S_0 = S_{-1} + P_C - P_Z \quad (1)$$

由此可定义股票波动性价值为

$$VLA = \frac{S_0 - S_{-1}}{S_0} = \frac{P_C - P_Z}{S_0} \quad (2)$$

其中,VLA为股票波动性价值。

根据(2)式可知,股票波动性价值描述了股价波动在股票价格构成中的贡献,其大小和方向受到或有请求权C和Z的影响。基于市场参与者G的立场,当选择策略1时,随着 A_0 价格的波动,C将带来价值或收益,Z却将带来风险或损失,因此,本研究称C为波动性收益请求权,Z为波动性损失请求权。C与Z的博弈最终决定了波动性价值的取值,可证 $VLA < 1$,且直观上说,根据市场参与者G对未来股价走势的预期不同,VLA的取值可正可负。

股票的波动性价值体现了波动在资产定价中的贡献度,波动性价值的绝对值越大,股价中可以由波动解释的部分越多,股价偏离本研究假设的可流动但价格无波动的股票 A_{-1} 的价格越多,因此可以认为股价波动越大。

为了便于求解,以不改变其收益曲线为前提,将C视为行权价格等于初始价格的美式下敲出看涨期权 C' ,敲出价格为Z行权时股票 A_0 的价格 S_Z ;将Z视为行权价格等于初始价格的美式上敲出看跌期权

Z' , 敲出价格为 C 行权时 A_0 的价格 S_{C_0} 。可知, C 与 C' 、 Z 与 Z' 在 $t \in [0, T]$ 的任意时点上均具有相同的预期收益, 因而应当具有相同的价值。下文不再区别 C 与 C' 、 Z 与 Z' , 并进一步将 C 称为波动性收益期权, Z 称为波动性损失期权。

2.2 基于信息的羊群行为模型

最早对基于信息的证券市场羊群行为展开研究采用的是信息不对称条件下的羊群行为序贯模型^[36], 认为羊群行为产生的主要原因是由于信息不对称导致的信息瀑布。几乎与其同时, BIKHCHANDANI et al.^[3]也得出同样的结论, 并随后对其加以完善, 认为市场参与者可能在观察到前面参与者的决策之后放弃自己的私人信息, 并选择与前面投资者相同的决策, 进而产生信息瀑布和羊群行为, 即为 BHW 模型^[37]。进一步的研究发现, 对于风险厌恶的投资者, 用于投资决策的信息瀑布的形成需要做出投资决策的投资者比做出不投资决策的投资者至少多两个, 而当做出投资决策的投资者比做出不投资决策的投资者至少一个时, 不投资的信息瀑布发生^[38]。此外, 羊群行为产生的动因主要包括不完全信息、基于声誉的考虑和基于报酬的考虑^[39], 其中基于声誉和报酬的考虑主要针对证券分析师或投资经理人而言, 并不适用于本研究, 因此本研究从信息的角度讨论羊群行为对股票波动性价值的影响。

为了描述羊群行为对股票价格波动的影响, 本研究将基于信息瀑布的羊群行为形成模型应用到波动性期权最优停时的判断上。在此之前, 需对以下问题进行说明。

首先, 关于市场参与者在决策序列中所处的位置。市场参与者按照外生的次序进行决策是信息瀑布模型的一个重要假设, 甚至可以说, 当有信息瀑布形成时, 个人在决策序列中的位置便决定了他最终的决策行为。具体的, 当某市场参与者正好处于某个信息瀑布内时, 他显然会遵从信息瀑布的选择而忽略自身获取的私人信号; 但由于信息瀑布是路径依赖且非稳定的, 每当有新的公共信息出现或者拥有更精确私人信息的市场参与者加入时, 信息瀑布都会迅速消散, 因此如果该市场参与者正好处于一个信息瀑布刚刚消散而另一个信息瀑布尚未形成的位置上, 他将依据自己的私人信息作出决策; 如果他处于另一个再次形成的信息瀑布中, 他又将按照新的信息瀑布提供的信息进行决策。因此, 波动性价值模型中, 市场参与者在决策序列中所处的位置通过影响羊群行为的形成过程而影响两个波动性期权的博弈。

其次, 市场参与者的风险态度。市场参与者的风险态度将对其决策的基准产生影响, 例如, 在波动性期权是否行权的决策中, 若市场参与者修正后的行权与不行权的概率相等, 均为 0.50, 则风险中性的参与者可能认为行权与不行权之间无差异, 对预期收益无影响, 因此他会采用随机的方法确定是否行权; 但风险厌恶的市场参与者会选择不行权; 而风险

偏好的投资者则可能选择行权。不同的基准显然会影响最终的决策结果, 因此最终也会影响波动性价值。

最后, 私人信息的精确度。在信息瀑布模型中, 私人信息的精确度决定了信息瀑布形成前的市场参与者的决策行为, 决定了某种信息瀑布是否最终能够形成, 因此也就决定了后序所有参与者的决策行为。私人信息的精确度越高, 市场参与者进行正确决策的把握越大, 信息瀑布形成的可能性就越大, 尤其是在市场参与者的风险态度并非中性的情况下更是如此。

2.3 基于信息的羊群行为对期权博弈模型的修正

假设3 风险中性的市场参与者 G 和 F 分别代表一类市场参与者, 在每一类中, 其中的每一个市场参与者都在不确定条件下面对相同的投资决策, 即 G 类参与者面对波动性收益期权 C 是否行权的决策, 而 F 类参与者要决定手中的波动性损失期权 Z 是否行权。

假设4 市场参与者的私人信息是不对称的; 市场公共信息公开且对称, 但市场参与者对这些信息的加工、评价和判断可能不同, 且加工、评价和判断的结果属于参与者的私人信息; 市场参与者虽然无从得知他人的私人信息, 但能够观察到他人的行为, 并可能根据他人的行为调整自己的决策。

根据假设1~假设4, 将 BIKHCHANDANI et al.^[37]研究中的基于信息的羊群行为模型应用到对期权最优停时的判断中, 从而修正股票波动性价值模型, 分析羊群行为对股票波动性价值的影响。

对波动性收益期权而言, 假定在每个期权处于价内的时点上, 市场上所有持有该期权的参与者 (G 类市场参与者) 都是按一定顺序依次决定是否行权, 且这个顺序是外生决定的。按照期权定价的一般思想, 市场参与者会比较该时点上立即行权的收益 W^N 与继续持有期权可能获得的预期未来收益的现值 W^F 的大小, 若 $W^N > W^F$ 就立即行权, 反之则继续持有期权。这里, 假设市场参与者为 G_i , i 为 G 类市场参与者的序号, $i = 1, 2, 3, \dots, I$ 。每一个市场参与者都能依次得到一个关于是否应当立即行权的私人信号, 这个信号在投资结果的条件分布下独立分布, 记为 l_{G_i} , 且有 $l_{G_i} \in L = \{\text{Yes}, \text{No}\}$, L 为所有可能出现的信号的集合。 $l_{G_i} = \text{Yes}$ 则 $W^N > W^F$, 称为立即行权信号或好信号; $l_{G_i} = \text{No}$ 则 $W^N < W^F$, 称为暂不行权信号或坏信号。同时, 令事件“在给定市场参与者决策结果的条件下其私人信号是正确的”发生的概率为 p , 且有 $p > 0.50$, 即 $p = \Pr(l_{G_i} = \text{Yes} | RES = 1)$, $1 - p = \Pr(l_{G_i} = \text{Yes} | RES = -1)$, $\Pr(\cdot)$ 为计算 p 的函数, RES 为该决策的结果。 $RES = 1$ 表示决策正确, 得到好的结果; $RES = -1$ 表示决策错误, 得到坏的结果; 且 $RES = 1$ 和 $RES = -1$ 的概率相等。另外, 对处于价内的期权而言, 选择行权的好结果与坏结果的差异其实只是体现在收益的多少, 而不是正负上。这里, 本研究将好结果设定为达到最优收益的

结果, 而将坏结果设定为本可获得更多的收益而没有获得的情况, 也正是从这个意义上说, 令坏结果为 $RES = -1$ 。同理, 还有 $p = \Pr(l_{G_i} = \text{No} | RES = -1)$, $1-p = \Pr(l_{G_i} = \text{No} | RES = -1)$ 。因此, 也可称 p 为私人信号的精确度。

令 a_{G_i} 为市场参与者的决策, U_{G_i} 为决策带来的收益, 有

$$U_{G_i} = \begin{cases} 0 & a_{G_i} = 0 \\ RES & a_{G_i} = 1 \end{cases} \quad (3)$$

$a_{G_i} = 1$ 表示市场参与者决定行权, 行权结果用 RES 表示; $a_{G_i} = 0$ 表示市场参与者决定不行权, 结果用 0 表示。此外, 市场参与者还能观察到前面参与者的决策 H_{G_i} , $H_{G_i} = (a_{G_1}, a_{G_2}, a_{G_3}, \dots, a_{G_{i-1}})$, 并结合自有的私人信息, 进行决策选择。最终市场参与者的预期收益函数为

$$\text{Exp } U_{G_i}(a_{G_i}, H_{G_i}, l_{G_i}) = \begin{cases} 0 & a_{G_i} = 0 \\ \text{Exp } U_{G_i}(H_{G_i}, l_{G_i}) & a_{G_i} = 1 \end{cases} \quad (4)$$

其中, $\text{Exp } U_{G_i}(a_{G_i}, H_{G_i}, l_{G_i})$ 为市场参与者的预期收益函数, 为对应信息集下 U_{G_i} 的预期值, $\text{Exp } U_{G_i}(H_{G_i}, l_{G_i}) = \Pr(H_{G_i}, l_{G_i} | RES = 1) \times 1 + \Pr(H_{G_i}, l_{G_i} | RES = -1) \times (-1)$ 。

对第 1 个 G 类市场参与者 G_1 , $H_{G_1} = \emptyset$, \emptyset 为空集合, 若其获得的私人信号是 $l_{G_1} = \text{Yes}$, 则他做出行权的决策的预期收益为 $\text{Exp } U_{G_1}(H_{G_1} = \emptyset, l_{G_1} = \text{Yes}) = p \times 1 + (1-p) \times (-1) = 2p-1 > 0$, 因此他会选择立即行权; 相反, 若他获得的私人信号为 $l_{G_1} = \text{No}$, 则他做出行权决策的预期收益为 $\text{Exp } U_{G_1}(H_{G_1} = \emptyset, l_{G_1} = \text{No}) = (1-p) \times 1 + p \times (-1) = 1-2p < 0$, 所以他会选择不行权。即市场参与者 G_1 会根据自己获得的私人信号做出决策, 若 $l_{G_1} = \text{Yes}$ 就行权, 若 $l_{G_1} = \text{No}$ 则不行权。

第 2 个 G 类市场参与者 G_2 了解到 G_1 的决策, 从 G_1 的决策中推断出他可能获得的私人信号, 并据此对自己的私人信号加以修正之后再行决策。若 $H_{G_2} = 1$, 则 G_2 会认为 G_1 获得的私人信号为 Yes , 如果此时有 $l_{G_2} = \text{Yes}$, 依据贝叶斯公式, G_2 将根据 $H_{G_2} = 1$ 修正自己的私人信号, 修正后私人信号精确度为 p'_w , w 为是否行权的信号, $w = \text{Yes}$ 或 No , p'_w 将变为 $p'_{\text{Yes}}, p'_{\text{Yes}} = \Pr(H_{G_2} = 1, l_{G_2} = \text{Yes} | RES = 1) = \frac{p^2}{p^2 + (1-p)^2}$, 不难证明 $p'_{\text{Yes}} > \frac{1}{2}$, 因此 G_2 显然会选择行权。但如果 G_2 得到的私人信息是 $l_{G_2} = \text{No}$, 同样依据贝叶斯公式, 他根据 $H_{G_2} = 1$ 修正过后的私人信息将显示为 $p'_{\text{No}}, p'_{\text{No}} = \Pr(H_{G_2} = 1, l_{G_2} = \text{No} | RES = 1) = \frac{1}{2}$, 即无论行权与否, 获得好的决策结果的概率均为 $\frac{1}{2}$, 此时, 他将随机决定是否行权。

第 3 个 G 类市场参与者 G_3 也将根据 G_1 和 G_2 的决策推断他们获得的私人信号并同时修正自己的私人

信号。如果 G_1 和 G_2 的决策都是行权, G_3 会认为 G_1 得到的信号是 $l_{G_1} = \text{Yes}$ 且 G_2 得到的信号是 $l_{G_2} = \text{Yes}$ 的可能性更高。此时, 根据贝叶斯公式, 即使 $l_{G_3} = \text{No}$, G_3 修正后的私人信息也将显示行权的概率大于 $\frac{1}{2}$, 因此他也会选择行权。同样的, 如果 G_1 和 G_2 的决策都是不行权, 即使 G_3 得到的信号是 $l_{G_3} = \text{Yes}$, 他也会选择不行权。此时, 信息瀑布形成, 市场参与者 G_3 的私人信号对他的决策行为已经不能产生任何影响, G_3 已经处于一种行权或不行权的信息瀑布中, 无论他获取的私人信息如何, 他都会依照前面参与者的行为做出决策, 并且, 其后的市场参与者 G_4, G_5, \dots 均是如此, 这样羊群行为产生。

对于波动性损失期权, 情况也是如此, 当某市场参与者前面决定行权的人数比决定不行权的人数至少多两人时, 行权的信息瀑布产生, 后续参与者的私人信号对他的行为不再产生影响; 同理, 当某市场参与者前面决定不行权的人数比决定行权的人数至少多两人时, 不行权的信息瀑布产生, 后续参与者的私人信号对他的行为同样不再产生影响。

至此, 本研究已经完成了对市场参与者在分别决策 C 和 Z 时可能产生的信息瀑布和羊群行为的描述, 并据此对股票波动性价值模型中的期权博弈过程进行修正。直观上, 羊群行为的出现会使市场参与者行权的时点相对集中, 也就是说, 参与者会在一定程度上改变他们预期的最优停时, 进而直接影响波动性收益期权和波动性损失期权的价格, 并最终对股票的波动性产生影响。

3 模型的求解方法和步骤

模型求解采用最小二乘蒙特卡罗模拟技术 (LSM)^[40-41], 此外, 考虑羊群行为的股票波动性价值模型求解的关键在于市场参与者不完全信息条件下信息瀑布的形成对期权 C 和 Z 博弈结果的影响, 根据模型设定的规则, 二者中仍然最多只有一个可以行权, 即先行权的兑现收益, 后行权的则作废。为了解决求解过程中必然涉及的不完全信息问题, 还将采用博弈论中处理不完全信息博弈的标准方法, 运用海萨尼转换将其转化为完全但不完美信息博弈问题。具体求解思路为:

第 1 步 模拟股票价格路径。模拟 N_{path} 条股票 A_0 的价格路径, N_{path} 为股票价格路径的数量;

第 2 步 离散化价格路径区间。将期权有效区间 $[0, T]$ 离散化, 使之成为 K 个离散点, 且 $0 = t_0 < t_1 < t_2 < \dots < t_k < \dots < t_K = T, k = 0, 1, 2, \dots, K$ 。假设期权只能在这些时点行权。记 S_k^j 为股票 A_0 在第 j 条路径上 k 离散点的价格, j 为任一离散化后的价格路径, $j = 1, 2, \dots, N_{\text{path}}$ 。

第 3 步 初步计算某路径上的期权最优停时及对应现金流。对任一路径 j , 运用最小二乘蒙特卡罗模拟技术分别求出 C 和 Z 的最优停时 Ct^j 和 Zt^j , 同时计算最优停时对应时点上的现金流 CF^j 和 CFZ^j 。

第4步引入海萨尼转换。运用海萨尼转换,设存在一个外生的虚拟参与者——“自然”,博弈过程中,“自然”将首先行动,决定每个市场参与者的信息掌握程度,建立信息矩阵,并由此决定在每条路径上市场参与者G和F是否会在前面算出的最优停时行权。此时,市场参与者G和F分别代表一类市场参与者,为了运算方便,令这两类市场参与者的数量相等,均为 I ,分别记为 $G = (G_1, G_2, G_3, \dots, G_i, \dots, G_I)$, $F = (F_1, F_2, F_3, \dots, F_i, \dots, F_I)$ 。

具体的,赋予“自然”一定的概率,建立信息矩阵,并将该矩阵记为 Ram ,用以表示各不同路径上市场参与者的信息掌握程度。令 $Ram_{i,j} \in [-1, 1]$ 且 $Ram_{i,j}$ 为非零整数,表示第 i 位市场参与者在第 j 条路径上的决策情况。若 $Ram_{i,j} = 1$,表示在不考虑信息瀑布和羊群行为可能形成的条件下,该路径上的市场参与者根据前面计算得到的最优停时行权;若 $Ram_{i,j} = -1$,表示在不考虑信息瀑布和羊群行为可能形成的条件下,该路径上的市场参与者不会根据前面计算得到的最优停时行权。

第5步引入羊群行为模型。根据BHW模型及前文的推断,认为当且仅当前面有两位或两位以上决定投资(或不投资)的市场参与者连续出现时,将形成投资(或不投资)的信息瀑布,羊群行为发生。因此,考察矩阵 $Ram_{i,j}$,对任一条路径 j ,如果先出现两个连续的 $Ram_{i,j} = 1$,认为决策为“行权”的信息瀑布和羊群行为产生,该路径上的市场参与者将根据LSM计算出的最优停时行权;如果先出现两个连续的 $Ram_{i,j} = -1$,则认为决策为“不行权”的信息瀑布和羊群行为产生,该路径上的市场参与者将不会根据LSM计算出的最优停时行权。

第6步运用基于信息的羊群行为模型对步骤3的结果进行修正。根据信息瀑布和羊群行为的形成情况,计算得出调整后的 Ram 矩阵,记为 Ram_{herd} 。

第7步确定该路径上的期权最优停时及对应现金流。运用调整后的 Ram_{herd} 矩阵修正C和Z的最优停时及该时点对应的现金流,得到该路径下考虑羊群行为的C和Z的最优停时 Ct_{herd}^j 和 Zt_{herd}^j 以及其所对应的现金流 CFC_{herd}^j 和 CFZ_{herd}^j 。

对波动性收益期权,若由于信息不完全和羊群行为的产生,导致市场参与者决定在LSM计算出的最优停时 Ct^j 不行权,则令 $Ct_{herd}^j = K, CFC_{herd}^j = 0$;若市场参与者决定行权,则令 $Ct_{herd}^j = Ct^j, CFC_{herd}^j = CFC^j$ 。对波动性损失期权,若由于信息不完全和羊群行为的产生,导致市场参与者决定在LSM计算出的最优停时 Zt^j 不行权,则令 $Zt_{herd}^j = K, CFZ_{herd}^j = 0$;若市场参与者决定行权,则令 $Zt_{herd}^j = Zt^j, CFZ_{herd}^j = CFZ^j$ 。

第8步确定期权博弈结果。比较 Ct_{herd}^j 和 Zt_{herd}^j ,若 $Ct_{herd}^j > Zt_{herd}^j$,则令 $CFC_{herd}^j = 0, CFZ_{herd}^j$ 保持不变;若 $Ct_{herd}^j < Zt_{herd}^j$,则令 $CFZ_{herd}^j = 0, CFC_{herd}^j$ 保持不变。

第9步计算该路径上波动性收益期权和波动性损失期权的价格。取调整后的最优停时所对应的现

现金流,并根据各自所处的时点折现,分别得到该模拟路径上期权C和Z的价格。

第10步计算所有路径上波动性收益期权和波动性损失期权的最终价格。重复第3步至第9步,得到C和Z在所有路径上的最优停时和预期现金流,进而求得每条路径上C和Z的价格,再将所有路径的结果取平均数,即可分别得到期权C和Z价格的估计值 \hat{P}_C 和 \hat{P}_Z 。

第11步计算波动性价值。求 $\hat{P}_C - \hat{P}_Z$,计算VLA。

4 羊群行为驱动的股票波动性价值特征

假设5股票 A_0 的价格 S_t 遵循几何布朗运动,即

$$dS_t = (r - q)S_t dt + \sigma S_t dB \quad (5)$$

其中, r 为无风险收益率, q 为连续现金红利率, σ 为波动率, r, q 和 σ 均为常数; B 为一个标准维纳过程,有

$$dB = \varepsilon_t \sqrt{dt} \quad \varepsilon_t \sim N(0, 1) \quad (6)$$

其中, ε_t 为服从标准正态分布的随机变量, $N(0, 1)$ 为标准正态分布。

兼顾精度和效率,令 $K = 2\ 520, N_{path} = 10\ 000$,运用Matlab软件对模型进行求解。在其他条件不变的情况下,重点分析不同现金红利率、波动率以及各种可能的信息水平条件下羊群行为对股票波动性价值的影响,进而得出羊群行为是否加剧或平抑股价波动的判断。

4.1 不同现金红利率条件下羊群行为对股价波动的影响

令 $r = 0.06, S_0 = 10, \sigma = 0.10$,图1给出市场信息不完全但对称时,不同的信息不完全程度下,现金红利率在区间 $[0, 0.12]$ 变动时,羊群行为存在与否对股价波动的影响。当无红利发放时, $q = 0$;当红利率等于无风险利率时, $q = 0.06$; $q > 0.06$ 时,股票的持有成本为负。为了描述不同的不完全但对称信息水平,图1中,“自然”对G类和F类市场参与者的信息水平赋值相等,分别为20%、50%和80%,依次代表非知情交易者占优、非知情交易者与知情交易者比例相当和知情交易者占优。同时,为方便对比分析,本研究将图1(a)~图1(c)的纵坐标和横坐标的区间范围设为相同。

图1(a)设定的信息条件为低水平,即市场参与者多数是非知情交易者,此时,股票的波动性价值较低,表现为绝对值均接近于0。不难发现,羊群行为对波动性价值有一定的影响。从方向上看,考虑羊群行为的条件下,波动性价值曲线更加平坦,也就是说,无论波动性价值是正是负,羊群行为都能使其绝对值变小,但却并不会改变其符号。因此可知,虽然程度上看并不明显,但羊群行为的存在使波动在股票价格构成中的贡献降低,由此起到平抑股价波动的作用。

图1(b)中,非知情交易者与知情交易者的比例相当,市场参与者的信息掌握程度为中等。本研究

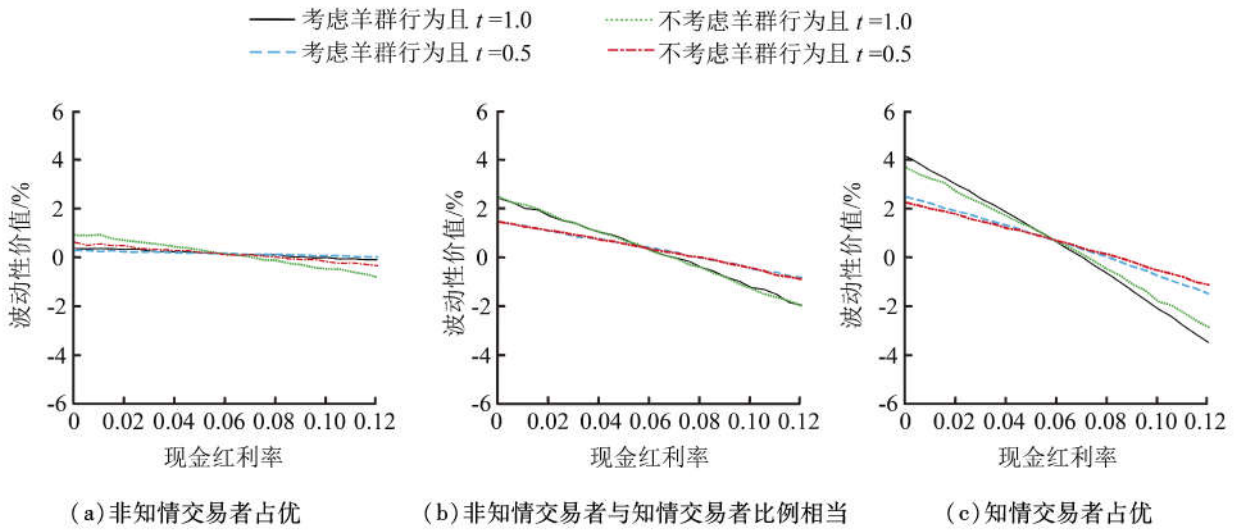


图1 羊群行为对股票波动性价值的影响(信息不完全但对称)

Figure 1 Influence of Herding Behavior to the Stocks' Volatility Value (Incomplete but Symmetrical Information)

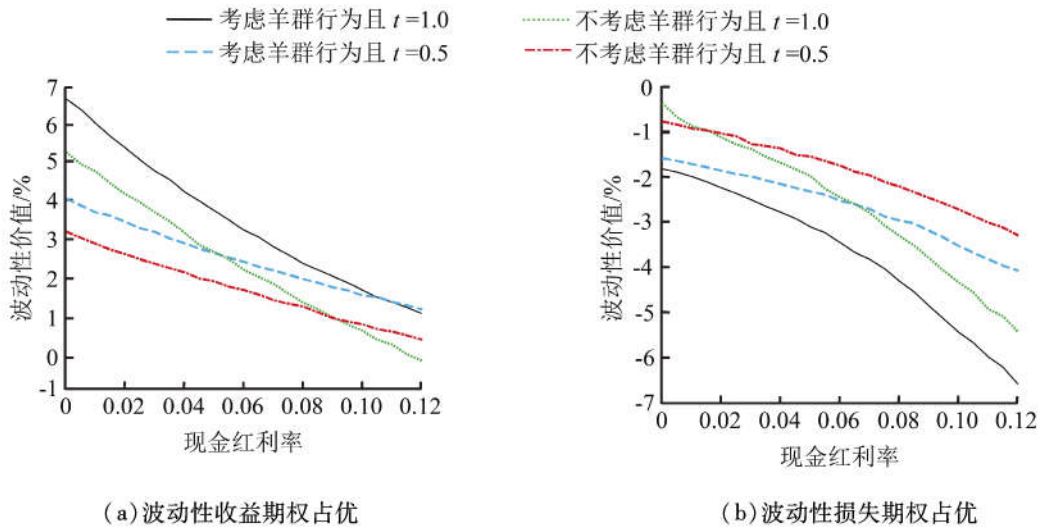


图2 羊群行为对股票波动性价值的影响(信息不完全且不对称)

Figure 2 Influence of Herding Behavior to the Stocks' Volatility Value (Incomplete and Asymmetrical Information)

发现,是否考虑羊群行为对波动性价值曲线的位置、斜率、形态等特征均没有产生明显的影响。图中表现为其他条件相同时,是否考虑羊群行为的两条波动性价值曲线基本重合,由此表明,在信息不完全但对称的市场中,当市场参与者的信息掌握程度为中等时,波动性价值基本不受信息瀑布形成和羊群行为发生的影响。此时,羊群行为并不会对股价波动产生影响。

由图1(c)可知,当市场参与者普遍掌握较高信息水平时,羊群行为对波动性价值的影响再度变得明显。但与图1(a)不同的是,羊群行为对波动性价值的作用,不再是收敛,而是发散。图1(c)中,无论波动性价值表现为风险还是价值,考虑羊群行为时的波动性价值都比不考虑羊群行为时的波动性价值更大,从波动性价值曲线的形态上看,表现为考虑羊群行为的波动性价值曲线的斜率的绝对值,比对应的

不考虑羊群行为的波动性价值曲线的绝对值更大,曲线更陡峭。由此可以认为,羊群行为加剧了股价的波动。

本研究讨论信息不完全且不对称条件下,羊群行为与股价波动性的关系。图2(a)给出信息不完全且不对称-波动性收益期权占优的情况,具体的,假设“自然”对持有波动性收益期权的G类市场参与者的信息水平赋值80%,而对持有波动性损失期权的F类市场参与者赋值20%,这样,波动性收益期权即在博弈中占据比较明显的信息优势。图2(b)给出波动性损失期权占优的情况,对持有波动性收益期权的G类市场参与者和持有波动性损失期权的F类市场参与者的“自然”赋值恰好相反,分别设定为20%和80%。

由图2(a)可知,羊群行为的存在对股票波动性价值具有放大作用。图中表现为存在羊群行为的波

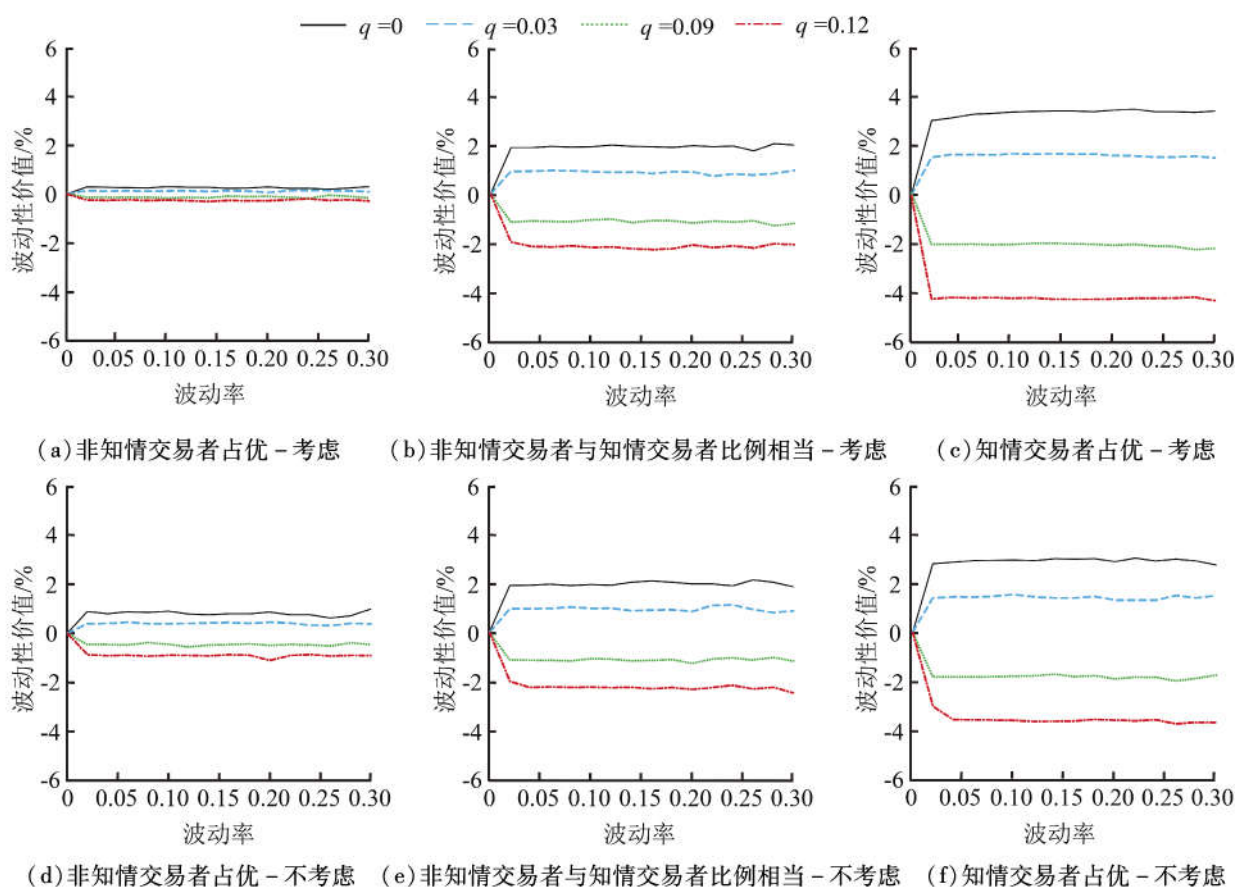


图3 股票波动性价值与波动率的关系(信息不完全但对称)

Figure 3 Relationship between Stocks' Volatility Value and Volatility(Incomplete but Symmetrical Information)

动性价值曲线始终处于同等条件下不存在羊群行为的波动性价值曲线上方,由于波动性收益期权占优时将G类市场参与者设定为具有绝对的信息优势,因此波动性价值总体上表现为正值,羊群行为对股票波动性价值的放大效应即表现为考虑羊群行为的波动性价值曲线在图中的上移。

由图2(b)可以得到与图2(a)类似的结论,唯一的区别在于,当波动性损失期权占优时,波动性价值总体取值为负,因而羊群行为对股价波动的加剧作用表现为考虑羊群行为的波动性价值曲线相对于同等条件下不考虑羊群行为的波动性价值曲线向下平移,由图2(b)可知,绝大多数情况下,两条曲线之间的距离基本相等。

综上可知,羊群行为对股价波动的影响情况需与一定的信息条件结合考虑,初步认为,当信息不完全但对称时,市场参与者的低信息掌握水平使羊群行为对股价产生收敛作用,中等程度的信息掌握水平使羊群行为对股价波动的影响不明显,而高水平的信息掌握水平使羊群行为对股价产生发散作用;当信息不完全且不对称时,羊群行为的存在加剧股价波动。

4.2 不同波动率水平下羊群行为对股价波动的影响

考虑信息瀑布的形成和羊群行为的存在,令 $S_0 =$

$10, r = 0.06, t = 1$, 连续红利率分别取0、0.03、0.09和0.12,随波动率的变动波动性价值的变化曲线见图3和图4。

图3给出信息不完全但对称条件下股票波动性价值与波动率的关系,图3(a)~(c)为考虑羊群行为,图3(d)~(f)为不考虑羊群行为。图3(a)和图3(d)为非知情交易者占优的曲线,博弈双方的“自然”均被赋值为0.20时,羊群行为的存在不会改变波动性价值的方向,但会降低波动性价值的绝对值。表现为考虑羊群行为的图3(a)中,波动性价值曲线比不考虑羊群行为的图3(d)更接近于0,也就是波动性价值为0,这一观点与前文中得出的“羊群行为在市场信息水平较低、非知情交易者在市场中占主体时降低股票的波动性价值”的结论一致。因此,验证了低信息水平下羊群行为具有收敛股价波动的作用。

保持市场信息不完全但对称的背景条件不变,增加市场信息的整体水平,观察羊群行为对波动性价值的影响,见图3(b)、(c)、(e)和(f),二者博弈双方的“自然”赋值分别为50%和80%。

不难发现,与图3(a)和图3(d)相比,随着市场参与者掌握信息程度的增加,波动对他们的意义变得越来越明显,在图中可以清晰地看到波动性价值随信息水平的提升而提升的幅度,即表现为波动性价

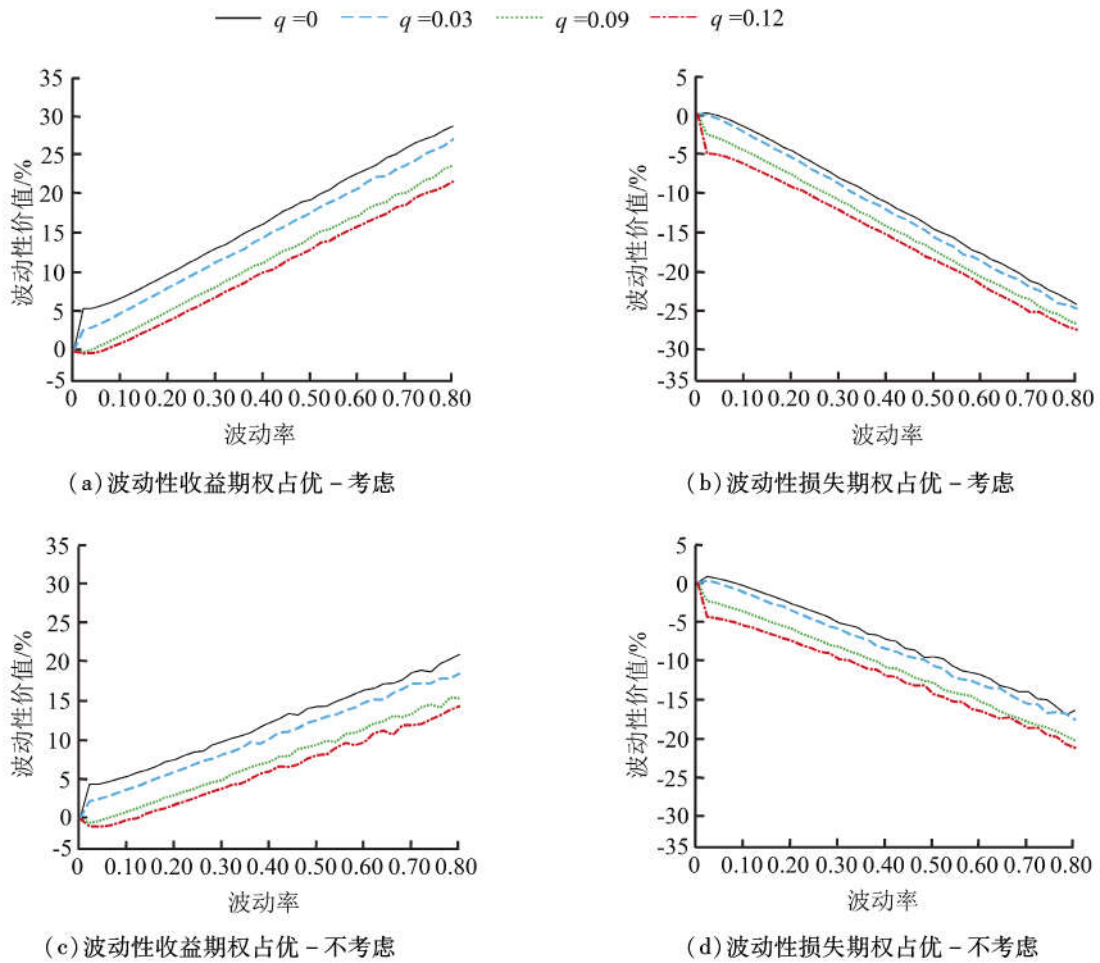


图4 股票波动性价值与波动率的关系(信息不完全且不对称)

Figure 4 Relationship between Stocks' Volatility Value and Volatility (Incomplete and Asymmetrical Information)

值绝对值的显著增加。

同时,羊群行为对波动的收敛作用被逆转,在图3(c)和图3(f)中表现为明显的发散作用,即存在羊群行为的市场上,股票的波动性价值变得更大,当然,波动性价值的方向还是保持不变。与此对应,图3(b)和图3(e)中,是否存在羊群行为对波动性价值的大小几乎没有影响,也验证了前文的结论。

图4分别给出“信息不完全且不对称-波动性收益期权占优”和“信息不完全且不对称-波动性损失期权占优”的信息条件下,股票波动性价值与波动率的关系。与前文类似,处于信息优势一方的“自然”赋值为80%,处于信息劣势一方的“自然”赋值为20%。

显而易见,当信息不完全且不对称、波动性收益期权占优时,羊群行为的存在将在同等条件下放大股票的波动性价值,并且,这种放大作用不仅表现为对应的波动性价值曲线位置的上移,还表现为斜率的变化,图4(a)中的波动性价值曲线更加陡峭,其斜率明显大于图4(c)中对应的曲线。由图4(b)和图4(d)也可以得出类似的结论,即羊群行为的存在将对股票波动性价值产生放大作用。

4.3 不同信息水平条件下羊群行为对股价波动的影响

通过前文的分析,发现考虑羊群行为条件下股票波动性价值曲线随现金红利率和波动率变化而变化,不难发现羊群行为对股价波动的作用在很大程度上取决于其所处的信息环境。尤其对于不对称的信息环境,在“自然”分别赋值80%和20%,即拥有60%的信息优势条件下,本研究初步得出信息优势可能加剧股价波动的结论。下面进一步阐述不同水平的信息优势对波动的影响,在其他条件不变的前提下,本研究着重分析不同信息条件下羊群行为对股票波动性价值的影响。

令 $S_0 = 10, t = 1, r = 0.06, q = 0.03$, 按如下方法测量信息不对称程度。

(1)“自然”为信息占优的一方赋值100%,即设为完全信息;

(2)“自然”为信息不占优的一方赋值0,即设为不完全信息。

图5给出波动性收益期权占优时,信息不对称程度对股票波动性价值的影响。横坐标为信息占优方相对于不占优方所占有的信息的比例,0表示信息

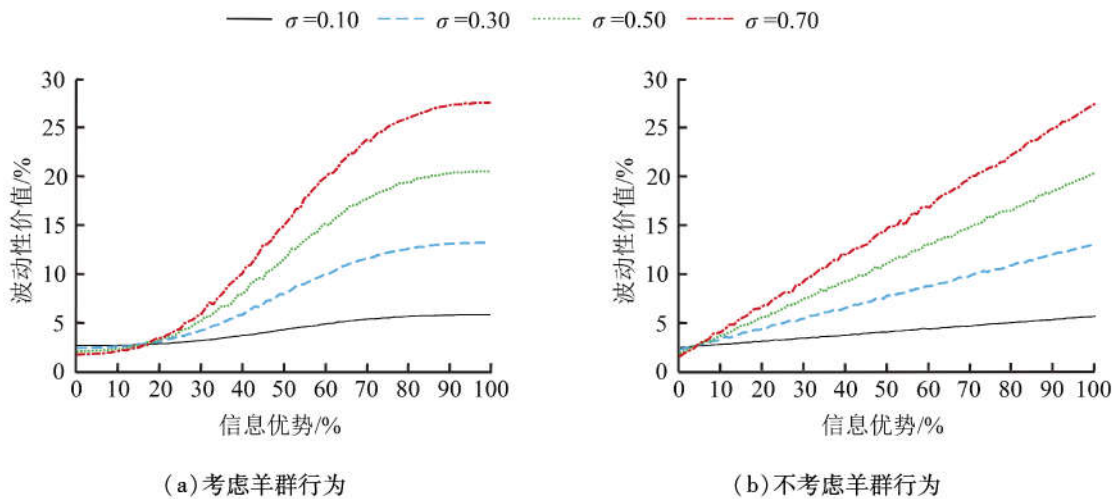


图5 信息不对称水平对股票波动性价值的影响(波动性收益期权占优)
Figure 5 Influence of Asymmetrical Information Level to the Stocks' Volatility Value (Volatility Income Option Dominated)

占优方并未比信息不占优方拥有更多的信息,即双方都是完全信息;100%表示信息占优方比信息不占优方多占有100%的信息,即处于信息优势的一方为完全信息,处于信息劣势的一方为完全无信息。以此类推,从0~100%表示信息不对称程度的逐渐扩大。对比两幅子图可知,信息瀑布的形成以及由此产生的羊群行为在一定程度上影响市场的信息水平,进而影响股价波动。

图5(a)和图5(b)各包含4条波动性价值曲线,可以看到,每条波动性价值曲线的起点和终点的纵坐标基本相同,也就是说,在参与期权博弈的一方具有完全的信息优势或者完全不具有信息优势时,羊群行为对波动性价值没有任何影响。

但是,当信息条件发生变化,波动性损失期权的持有方,即F类市场参与者掌握的信息程度逐渐下降,波动性收益期权的持有方,即G类市场参与者的信息优势逐渐明显时,是否考虑羊群行为的波动性价值曲线的形态明显不同。不考虑羊群行为时,波动性价值曲线基本表现为向右上方倾斜的直线,如图5(b)所示,而考虑羊群行为的图5(a)中,波动性曲线虽然整体上仍然表现出向右上方倾斜的态势,但却出现了两头平坦而中间陡峭的特征。这样的图像表明,信息优势将极大地放大波动性价值,优势越明显,波动越剧烈,这是由于信息优势在很大程度上影响博弈中最优停时的判断造成的;但羊群行为的存在既可能在一定程度上平抑这种波动,也可能使这样的波动进一步放大。

究其原因,①当双方处于图中信息差异不明显的区域,即各子图的左侧时,对应的现实情况是市场中知情交易者占据主体,即便是处于信息劣势的一方掌握的信息程度也比较高。此时,掌握比较充足信息的知情交易者大多采取一致的行动,因而比较容易形成羊群行为。在这个过程中,以知情交易者

为主体的羊群行为在事实上增加了市场参与者的信息掌握程度。具体地说,羊群行为发生时,信息瀑布中的市场参与者不再遵从自身掌握的私人信息进行决策,而是“随大流”地复制前面的市场参与者的决策行为。而前面的市场参与者以知情交易者为主,可以认为这样的决策是“正确”的概率较高。因此,后续的市场参与者,尤其是本来未掌握充分信息的非知情交易者,在信息瀑布中间接地享受到了知情交易者掌握的信息的益处。可以认为信息瀑布从事实上起到了增加市场参与者信息掌握程度的作用,导致原有的信息优势被减弱,信息优势方获得的波动性价值下降,表现为图5(a)与图5(b)的对比中,当信息差异不明显时,考虑羊群行为的波动性价值曲线暂时处于不考虑羊群行为的波动性价值曲线的下方。此时的羊群行为起到了平抑股价波动的作用。

②当双方处于图中信息水平差异明显的区域,即各子图的右侧时,对应的现实情况是博弈中处于信息劣势的一方掌握的信息十分有限,他们也就是所谓的非知情交易者。当这些基本不掌握信息的非知情交易者采取一致的行动形成信息瀑布和羊群行为时,其决策在大概率上将是“不正确”的,而处于信息瀑布中掌握着稍多信息的交易者会放弃自身可能更加“正确”的决策,追随信息瀑布中“不正确”概率更高的决策。这样的结果在事实上等同于进一步加剧了博弈双方信息水平的差距,使处于信息优势的参与者能够更加便利地获取波动性价值,即表现为图5(a)与图5(b)的对比中,当信息差异较为明显时,考虑羊群行为的波动性价值曲线处于不考虑羊群行为的波动性价值曲线的上方。此时的羊群行为加剧了股价的波动。

③在各子图的中间区域,即博弈双方信息水平的差异处于中等水平时,波动性价值曲线变得陡峭。此时,信息劣势群体中存在大量处于完全知情和完

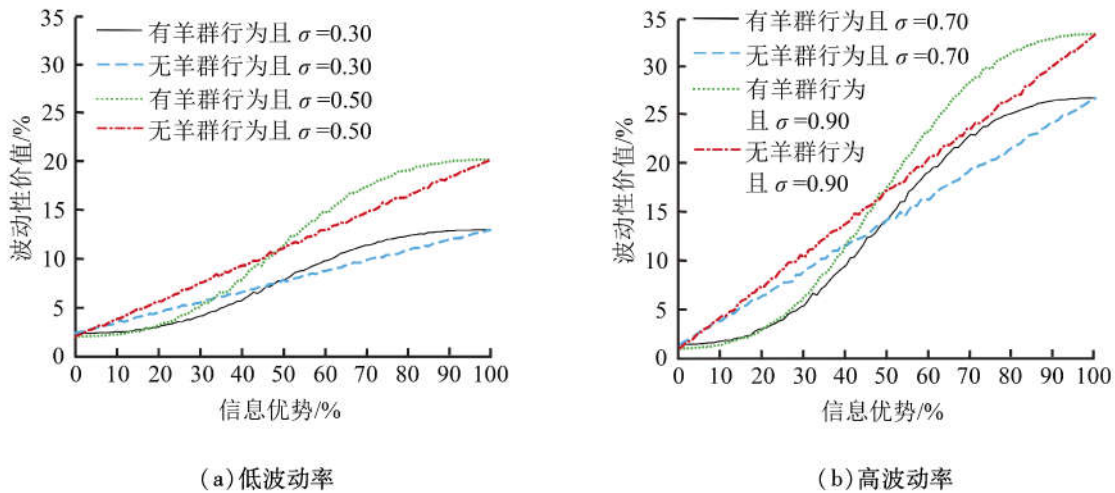


图6 基于不对称信息的羊群行为对股票波动性价值的影响(波动性收益期权占优)

Figure 6 Influence of Herding Behavior to the Stocks' Volatility Value Based on Asymmetrical Information (Volatility Income Option Dominated)

全不知情的中间状态的、可称之为“半知情羊”的市场参与者,他们的决策形成的信息瀑布“正确”和“不正确”的概率相当。这些“半知情羊”如果“站队”正确,则有可能缩小与信息优势方的信息差距,减少损失,图中即表现为波动性价值减少;若“站队”错误,则进一步扩大与信息优势方的信息差距,导致损失增加,波动性价值增加。因此,当信息差距处于中间区域,波动性价值将面临分化,数值上表现为向两端靠拢,表现为图5(a)比图5(b)的波动性价值曲线变得更加陡峭。

综上,信息瀑布的形成和羊群行为的存在将波动性价值的取值向两端拉动,当信息优势不明显时,同等条件下,羊群行为使波动性价值下降;而当信息优势明显时,羊群行为却使波动性价值上升。本研究初步认为信息优势明显与不明显的分界点在50%信息优势左右,为了验证这一点,在同一张图中同时绘制羊群行为存在与否的波动性价值曲线,见图6。

图6给出波动性收益期权占优条件下,随信息不对称水平的变化,羊群行为对股票波动性价值的影响的具体对照,图6(a)和图6(b)分别在低波动率和高波动率情况下对比同等信息条件下是否存在羊群行为的股票波动性价值曲线。

由图6可知,其他条件相同,仅考虑是否存在羊群行为的每两条波动性价值曲线构成一组,他们首尾相接,中间偏离,信息优势低于50%时羊群行为拉低了股票的波动性价值,信息优势高于50%时羊群行为则托高了股票的波动性价值,并且,图形基本是完全对称的。因此,再一次验证了信息瀑布和羊群行为对市场信息水平的作用方式和特征,表现了信息不完全且不对称信息条件下羊群行为对股价波动的影响形式。

再观察图5(a)和图5(b)的左下角可知,两个子图都发生了波动性价值曲线相交的现象,而且,考虑羊群行为时波动性价值曲线相交得较晚,而不考虑羊

群行为时波动性价值曲线相交得较早。为了更清楚地反映这部分曲线的特征,绘制图7,作为这一部分的放大图。

图7给出波动性收益期权占优条件下,信息不对称对股票波动性价值影响的细节部分,两个子图分别对应图5(a)和图5(b)的左下角区域。对于图7,着重关注两个子图中波动性价值曲线的相交点,非常明显地,考虑羊群行为时交点的位置大幅度右移,位于信息优势取值15%~20%之间,而不考虑羊群行为时交点的位置位于信息优势取值的5%左右。结合前文的分析和结论可以认为,羊群行为的存在促进了信息优势向两个极端的分化,在图7涉及的低信息优势范围内,即表现为波动性价值在同等条件下的减少,波动性价值曲线在一定范围内变得更加平坦,市场参与者对高波动率由厌恶转化为偏好所需要的信息优势的加大,并最终4条波动性价值曲线交点的右移。

④通过对信息不完全且不对称-波动性损失期权占优条件下羊群行为存在与否的股票波动性价值曲线的分析,仍然可以发现羊群行为对信息优势的进一步分化功能(图略)。唯一的区别在于,由于波动性损失期权占优,当信息优势处于比较低的状态时,波动性价值取正值,羊群行为的信息分化作用减缓了波动性价值的下降。这一差异不会改变我们对羊群行为如何影响波动性价值的总体判断,波动性损失期权占优时,信息不对称市场中羊群行为对股票波动性价值的影响与波动性收益期权占优时的结论基本一致。

综上,表1给出不同信息条件下羊群行为对股价波动的影响。

5 结论

基于无套利原理和期权博弈方法,本研究建立股票的波动性价值模型,用以描述波动在股票价格

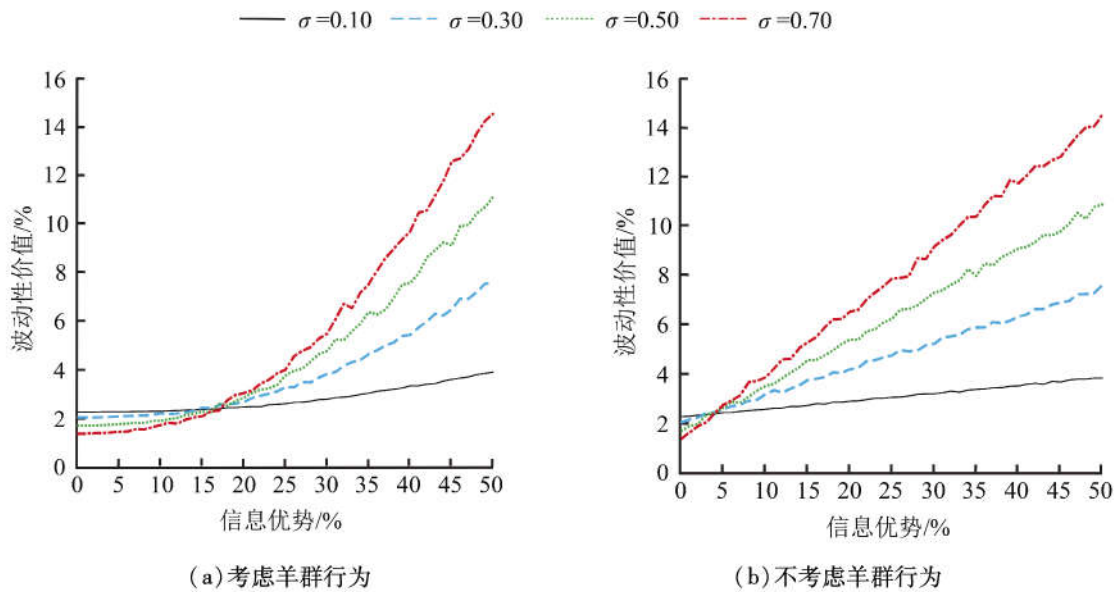


图7 信息不对称水平对股票波动性价值的影响——细节部分(波动性收益期权占优)
Figure 7 Influence of Asymmetrical Information Level to the Stocks' Volatility Value - In Detail
(Volatility Income Option Dominated)

表1 不同信息条件下羊群行为对股票波动性价值的影响
Table 1 Influence of Herd Behavior to the Stocks' Volatility Value Based on Different Information Condition

信息条件	羊群行为对股票波动性价值的影响
信息不完全但对称 - 非知情交易者占优	平抑
信息不完全但对称 - 非知情交易者与知情交易者比例相当	无显著影响
信息不完全但对称 - 知情交易者占优	加剧
信息不完全且不对称 - 波动性收益期权占优(50%以下优势)	平抑
信息不完全且不对称 - 波动性收益期权占优(50%以上优势)	加剧
信息不完全且不对称 - 波动性损失期权占优(50%以下优势)	平抑
信息不完全且不对称 - 波动性损失期权占优(50%以上优势)	加剧

构成中的贡献,并以此作为描述股价波动的指标。结合基于信息的羊群行为模型,运用最小二乘蒙特卡罗模拟技术,通过调整处于不同信息状态的市场参与者对博弈中期权的最优停时的判断,分析羊群

行为对股票波动性价值的影响,从理论角度探讨羊群行为与股价波动之间的关系。研究结果如下:

(1)羊群行为的存在是否对股价波动产生影响无法一概而论,需要根据不同的信息条件进行分析。

(2)羊群行为对股价波动的影响来源于其对市场参与者“事实上”所处的信息地位的改变,一般认为,对于信息不完全但对称的市场,羊群行为加剧市场信息向完全“知情”和完全“不知情”分化,因而对低信息掌握水平的市场中的波动产生收敛作用,对高信息掌握水平的市场中的波动产生发散作用,而在中等信息掌握水平的市场中作用则不明显。

(3)对于信息不完全且不对称的市场,表现为当信息水平的差距不明显时能平抑市场波动,当信息水平的差距较大时则加剧市场波动。

(4)上述结论,适用于现金红利率和波动率等相关因素对波动性价值的影响。

本研究从理论层面剖析了不同信息条件下羊群行为对股票波动价值的影响,涉及作用机制及表现形式,对实证研究中现存的分歧观点给出合理的解释,进一步完善了现代资产定价理论。研究结果可以为监管部门健全信息披露制度、加强投资者教育引导等政策措施提供理论依据,也能帮助投资者充分认识市场信息状态和有限理性行为,为优化决策、规避风险提供参考。

本研究是对羊群行为与股价波动之间关系的初步探讨,未来的研究可考虑从理论和实证两个层面同时推进。一方面,通过对股票价格过程和波动过程更细致的描述,可以考察随机波动风险和跳跃风险等对股票波动性价值的影响,进一步从理论上明确已有研究与现实中存在的时变波动率及意外冲击

条件之间的差距。另一方面,在实证研究中尝试运用现实数据对上述结论中信息水平、羊群行为与股价波动之间的关系加以检验,也将是未来有意义的研究方向。

参考文献:

- [1] 马丽. 中国股票市场羊群效应实证分析. 南开经济研究, 2016(1):144-153.
MA Li. An empirical test of the herding effect: evidence from the China stock market. *Nankai Economic Studies*, 2016(1):144-153.
- [2] KRISTOUFEK L, VOSVRDA M. Herding, minority game, market clearing and efficient markets in a simple spin model framework. *Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation*, 2018, 54:148-155.
- [3] BIKHCHANDANI S, HIRSHLEIFER D, WELCH I. A theory of fads, fashion, custom, and cultural change as informational cascades. *Journal of Political Economy*, 1992, 100(5):992-1026.
- [4] FILIP A M, POCHEA M M. Herding behavior under excessive volatility in CEE stock markets. *Studia Universitatis Babeş - Bolyai*, 2014, 59(3):38-47.
- [5] HUANG T C, LIN B H, YANG T H. Herd behavior and idiosyncratic volatility. *Journal of Business Research*, 2015, 68(4):763-770.
- [6] BEKIROS S, JLAASI M, LUCEY B, et al. Herding behavior, market sentiment and volatility: will the bubble resume?. *The North American Journal of Economics and Finance*, 2017, 42(4):107-131.
- [7] 刘刚, 扈文秀, 章伟果, 等. 随机交易行为、羊群行为与资产价格波动研究. 管理科学, 2016, 29(2):122-133.
LIU Gang, HU Wenxiu, ZHANG Weiguo, et al. Study on random trading behavior, herd behavior and asset price volatility. *Journal of Management Science*, 2016, 29(2):122-133.
- [8] 程天笑, 刘莉亚, 关益众. QFII与境内机构投资者羊群行为的实证研究. 管理科学, 2014, 27(4):110-122.
CHENG Tianxiao, LIU Liya, GUAN Yizhong. The empirical research of herding behavior between QFII and domestic institutional investors. *Journal of Management Science*, 2014, 27(4):110-122.
- [9] BLASCO N, CORREDOR P, FERRERUELA S. Does herding affect volatility? Implications for the Spanish stock market. *Quantitative Finance*, 2012, 12(2):311-327.
- [10] GARG A K, MITRA S K. A study of lead-lag relation between QFIIs herding and stock market returns in emerging economies: evidence from India. *Dicision*, 2015, 42(3):279-292.
- [11] 郑丰, 赵文耀, 张蜀林. 基于Agent的羊群行为研究. 中国管理科学, 2015, 23(S1):424-429.
ZHENG Feng, ZHAO Wenyao, ZHANG Shulin. A study of herd behavior and market volatility agent-based modeling. *Chinese Journal of Management Science*, 2015, 23(S1):424-429.
- [12] 闫海峰, 李鑫海. 羊群效应对股指波动率的影响分析. 现代财经(天津财经大学学报), 2010, 30(2):20-26.
YAN Haifeng, LI Xinhai. Influence analysis of herding behavior to stock volatility. *Modern Finance and Economics - Journal of Tianjin University of Finance and Economics*, 2010, 30(2):20-26.
- [13] 胡援成, 毛建辉. ST股票的羊群效应研究. 江西社会科学, 2015(10):53-60.
HU Yuancheng, MAO Jianhui. A study on herding effect of ST share. *Jiangxi Social Sciences*, 2015(10):53-60.
- [14] 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. 管理科学学报, 2010, 13(9):119-128.
CHEN Ying, YUAN Jianhui, LI Xindan, et al. Research on collaborative herding behavior and market volatility: based on computational experiments. *Journal of Management Sciences in China*, 2010, 13(9):119-128.
- [15] 吴江, 张辉, 唐川. 基于无标度网络的人工股市羊群行为仿真研究. 系统仿真学报, 2016, 28(11):2655-2662.
WU Jiang, ZHANG Hui, TANG Chuan. Research on herding behavior simulation based on scale free network in artificial stock market. *Journal of System Simulation*, 2016, 28(11):2655-2662.
- [16] 郭松涛, 何建敏, 李守伟. 基于多属性羊群行为的股票风险及其传染. 北京理工大学学报(社会科学版), 2017, 19(1):64-72.
WU Songtao, HE Jianmin, LI Shouwei. The study of stock risk and its contagion: based on multi-attribute herding behavior. *Journal of Beijing Institute of Technology (Social Sciences Edition)*, 2017, 19(1):64-72.
- [17] 鞠方, 周佳梅, 彭李娜. 购房者羊群行为对中国房价波动的影响研究. 湖南大学学报(社会科学版), 2016, 30(2):87-93.
JU Fang, ZHOU Jiamei, PENG Lina. The effect of buyers' herding behavior on house price fluctuation in China. *Journal of Hunan University (Social Sciences)*, 2016, 30(2):87-93.
- [18] PALAO F, PARDO A. Do carbon traders behave as a herd?. *The North American Journal of Economics and Finance*, 2017, 41(3):204-216.
- [19] LAKONISHOK J, SHLEIFER A, VISHNY R W. The impact of institutional trading on stock prices. *Journal of Financial Economics*, 1992, 32(1):23-43.
- [20] WERMERS R. Mutual fund herding and the impact on stock prices. *The Journal of Finance*, 1999, 54(2):581-622.
- [21] 盛军锋, 邓勇, 汤大杰. 中国机构投资者的市场稳定性影响研究. 金融研究, 2008(9):143-151.
SHENG Junfeng, DENG Yong, TANG Dajie. Research on the market effect of the institute investors. *Journal of Financial Research*, 2008(9):143-151.
- [22] 刘祥东, 刘澄, 刘善存, 等. 羊群行为加剧股票价格波动吗?. 系统工程理论与实践, 2014, 34(6):1361-1368.
LIU Xiangdong, LIU Cheng, LIU Shancun, et al. Does herding behavior increase stock price volatility?. *Systems Engineering - Theory & Practice*, 2014, 34(6):1361-1368.
- [23] 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. 管理科学学报, 2015, 18(11):82-94.

- GU Rongbao, LIU Haifei, LI Xindan, et al. Herding behavior and volatility of stock market: correlation and dynamics: evidence from the Shenzhen stock market. *Journal of Management Sciences in China*, 2015, 18(11): 82-94.
- [24] LITIMI H, BENSÁIDA A, BOURAOUI O. Herding and excessive risk in the American stock market: a sectoral analysis. *Research in International Business and Finance*, 2016, 38: 6-21.
- [25] BENSÁIDA A. Herding effect on idiosyncratic volatility in U. S. industries. *Finance Research Letters*, 2017, 23(C): 121-132.
- [26] WANG G H, WANG Y Y. Herding, social network and volatility. *Economic Modelling*, 2018, 68(1): 74-81.
- [27] LONGSTAFF F A. How much can marketability affect security values?. *The Journal of Finance*, 1995, 50(5): 1767-1774.
- [28] LONGSTAFF F A. Placing no-arbitrage bounds on the value of nonmarketable and thinly-traded securities // BOYLE P P, LONGSTAFF F A, PITCHKEN P. *Advances in Futures and Options Research*. Bingley, United Kingdom: Emerald Publishing Limited, 1995, 8: 203-228.
- [29] WEBER P, ROSENOW B. Large stock price changes: volume or liquidity?. *Quantitative Finance*, 2006, 6(1): 7-14.
- [30] MIKE S, FARMER J D. An empirical behavioral model of liquidity and volatility. *Journal of Economic Dynamics & Control*, 2008, 32(1): 200-234.
- [31] HODRICK R J, ANG A, XING Y H, et al. The cross-section of volatility and expected returns. *The Journal of Finance*, 2006, 61(1): 259-299.
- [32] 陈伟, 袁子甲, 何基报. 异质投资者行为与价格形成机制研究. *经济研究*, 2013, 48(4): 43-54.
CHEN Wei, YUAN Zijia, HE Jibao. The study on behavior of heterogeneous investor and price formation mechanism. *Economic Research Journal*, 2013, 48(4): 43-54.
- [33] 朱宏泉, 余江, 陈林. 异质信念、卖空限制与股票收益: 基于中国证券市场的分析. *管理科学学报*, 2016, 19(7): 115-126.
ZHU Hongquan, YU Jiang, CHEN Lin. Heterogeneous beliefs, short-sale constraints and stock returns: evidence from China. *Journal of Management Sciences in China*, 2016, 19(7): 115-126.
- [34] 虞文微, 张兵, 赵丽君. 异质信念、卖空机制与“特质波动率之谜”: 基于2698家中国A股上市公司的证据. *财经科学*, 2017(2): 38-50.
YU Wenwei, ZHANG Bing, ZHAO Lijun. Heterogeneous information, short selling and the idiosyncratic volatility puzzle: based on the evidence from 2698 listed companies from China's a stock market. *Finance & Economics*, 2017(2): 38-50.
- [35] 张普, 陈亮, 曹启龙. 信息视角下基于异质信念的股票波动性价值研究. *管理科学*, 2018, 31(2): 147-160.
ZHANG Pu, CHEN Liang, CAO Qilong. Study of stocks' volatility value based on heterogeneous beliefs from informational perspective. *Journal of Management Science*, 2018, 31(2): 147-160.
- [36] BANERJEE A V. A simple model of herd behavior. *The Quarterly Journal of Economics*, 1992, 107(3): 797-817.
- [37] BIKHCHANDANI S, HIRSHLEIFER D, WELCH I. Learning from the behavior of others: conformity, fads, and informational cascades. *Journal of Economic Perspectives*, 1998, 12(3): 151-170.
- [38] 崔巍. 投资者的羊群行为分析: 风险回避下的BHW模型. *金融研究*, 2009(4): 120-128.
CUI Wei. Investors' herding behaviors: the study of BHW model under risk aversion. *Journal of Financial Research*, 2009(4): 120-128.
- [39] BIKHCHANDANI S, SHARMA S. Herd behavior in financial markets: a review. *IMF Staff Papers*, 2000, 47(3): 279-310.
- [40] LONGSTAFF F A, SCHWARTZ E S. Valuing American options by simulation: a simple least squares approach. *Review of Financial Studies*, 2001, 14(1): 113-147.
- [41] GLASSERMAN P, YU B. Simulation for American options: regression now or regression later? // NIEDERREITER H, TALAY D. *Monte Carlo and Quasi-Monte Carlo Methods in Scientific Computing*. Niederreiter H, Berlin: Springer, 2004: 213-226.

Relationship between Herding Behavior and Stocks' Price Volatility: Evidence from a Theoretical Perspective

ZHANG Pu¹, JIANG Yue'e², NI Wenhui²

1 School of Economics, Changzhou University, Changzhou 213164, China

2 School of Business, Changzhou University, Changzhou 213164, China

Abstract: With the vigorous development of behavioral finance research, the prevalence of herding behavior in the stock market has become a consensus, but unfortunately, most of the existing research remains at the empirical level, and the discussion of the relationship between herd behavior and stocks' price volatility fails to reach a consistent conclusion. Some studies suggest that herding behavior will exacerbate the volatility of the stocks' price, while the others show that herding behavior may accelerate the

stability of the stock market.

This study analyzes the relationship between herd behavior, information status and stocks' price volatility from a theoretical view. Based on the principle of no-arbitrage theory and the idea of option game, an asset portfolio is constructed to replicate the stocks in the normal trading, the stocks' volatility value model is established to describe the contribution of volatility in the composition of stocks' price, and it is used as an index to measure stocks' volatility. Basing on the information-based herd behavior model, the study describes the effect of herd behavior and information state on stock price fluctuation, and constructs the stocks' volatility value model driven by herd behavior. Using the Least Square Monte Carlo method, the study analyzes the impact of herd behavior on stocks' volatility value under different information conditions.

The results of the study show that the impact of herding behavior on stocks' volatility needs to be analyzed based on different information conditions. As herding behavior will exacerbate the differentiation of market information towards fully "informed" and "uninformed", under the condition of incomplete but symmetrical information, herding behavior in the market with low information level will have a convergence effect on stocks' volatility. Herding behavior in the high-informed market will have a divergent effect on stocks' price volatility, while the role of herding behavior in the medium-informed market is not obvious. For markets with incomplete and asymmetric information, it is shown that when the equivalent information advantage is not obvious, market volatility can be stabilized, and when the equivalent information advantage is large enough, the herding behavior will exacerbate stock market volatility.

The results for this study provides reasonable explanations for the different opinions on whether herding behavior will exacerbate stock market volatility in current empirical researches, and further improves modern asset pricing theory. The relevant research results may provide a theoretical basis for regulatory authorities to improve information disclosure systems and strengthen investors' education and guidance. It can also help investors fully understand market information status and bounded rational behavior, and provide reference for optimizing decision-making and avoiding risks.

Keywords: herding behavior; stocks' price volatility; asymmetric information; option games; bounded rationality

Received Date: May 20th, 2018 **Accepted Date:** December 9th, 2018

Funded Project: Supported by the National Social Science Foundation of China(14BJY183), the Major Project of Philosophy and Social Science of Jiangsu Province(2020SJZDA041), and the Postgraduate Research Innovation Program of Jiangsu Province(KYCX20_2607)

Biography: ZHANG Pu, doctor in management, is a professor in the School of Economics at Changzhou University. Her research interests include financial asset pricing and financial risk management. Her representative paper titled "Model of stocks' volatility value based on option games" was published in the *Systems Engineering - Theory & Practice* (Issue 8, 2012). E-mail: zhangpu@cczu.edu.cn

JIANG Yue'e is a master degree candidate in the School of Business at Changzhou University. Her research interests include financial engineering and financial management. E-mail: 653364543@qq.com

NI Wenhui is a master degree candidate in the School of Business at Changzhou University. His research interests include capital asset pricing and financial risk management. E-mail: nwh0506@163.com

□