

股市信息不对称对股价暴跌的影响——基于不确定性的新视角

摘要：在理性预期均衡的框架内，本文构建了市场微观结构的理论模型，并在模型中引入了不确定性，得以从不确定性的全新视角在理论上揭示了股市信息不对称对股价暴跌会有正向的影响，股市中信息不对称的程度越高，股价暴跌幅度便会越大，而且此正向的影响会随着不确定性的增大而增大。本文还以 A 股市场 2010 至 2015 年的分笔高频数据为样本，计算了 A 股市场股票的知情交易概率，并据此实证检验了股市信息不对称对股价暴跌的影响。实证结果也表明：股市信息不对称与股价暴跌显著正相关，股市中信息不对称的程度越高，股价暴跌幅度便会越大。本文另外还根据证券分析师的预测数据构建了 A 股市场个股的不确定性指数来度量股市中的不确定性，并基于不确定性指数识别出了不确定性在股市信息不对称对股价暴跌的影响中具有放大效应，即股市中的不确定性越大，股市信息不对称对股价暴跌的影响也会越大。本文的研究结论不仅丰富和深化了对股价暴跌成因的既有认识，还为防范和化解股票市场异常波动提供了新的理论依据和决策参考。

关键词：股价暴跌；信息不对称；知情交易概率；不确定性

A Detailed Study of How Market Information Asymmetry Contributes to Stock Crash: From a New Perspective of Uncertainty

Abstract: We build a market microstructure model within the framework of Rational Expectations Equilibrium and deliberately factor uncertainty into our model so as to study from the perspective of uncertainty whether and how stock market information asymmetry would contribute to stock crash. Our model demonstrates that market information asymmetry does contribute to stock crash, and the greater the information asymmetry, the deeper stocks would plunge, the greater the uncertainty in the market, the greater the impact information asymmetry would have on stock crash. We then calculate the probability of informed trading of A equities listed on the Shanghai and Shenzhen stock markets according to the relevant tick data from 2010 to 2015 and use the calculated probability of informed trading as a measure of information asymmetry of the Shanghai and Shenzhen stock markets. And we conduct empirical tests according to the calculated probability of informed trading to find that there exists a significant positive correlation between market information asymmetry and stock crash, and usually the greater the market information asymmetry, the deeper stocks would plunge. In addition, we also formulate according to stock analysts' predictions uncertainty indexes for A equities listed on the Shanghai and Shenzhen stock markets and use the uncertainty indexes as proxies for measuring the uncertainty on the two markets, and in the light of the uncertainty indexes we discover that market uncertainty tends to increase the impact information asymmetry would have on stock crash, i.e. the greater the uncertainty in the market, the greater the impact information asymmetry would have on stock crash. Our findings do not only add to the existing knowledge about the causes of stock crash, but also sheds new light on how to prevent and iron out abnormal volatility on stock markets.

Key Words: Stock Crash; Stock Market Information Asymmetry; Probability of Informed Trading; Uncertainty

JEL 分类号: G10; G12

一、引言与文献回顾

股价暴跌是指股票价格发生了难以解释的、断崖式的大幅下跌（Garber et.al., 1992, Brunnermeier, 2010, 陈国进等, 2008）。纵观国内外股市, 股价暴跌时有发生。历次的股价暴跌都致使投资者损失惨重, 严重挫伤投资者的持股信心。持续的股价暴跌会有碍于股市的正常运行和健康发展, 不利于股市高效率地实现其资源配置功能。持续性的大面积股价暴跌甚至还可能引发系统性金融风险, 累及实体经济运行, 诱发经济危机, 危及社会稳定。党和政府高度重视股市的平稳运行, 明确要求“严密防范化解资本市场异常波动风险引发金融风险, ……，确保金融安全高效稳健运行”^①。

股价暴跌不仅是市场的痛点、监管的难点, 而且也是学界的研究热点。对股价暴跌的影响因素进行研究的既有文献洋洋洒洒、汗牛充栋。但是, 多数既有文献主要是在公司层面上考察了公司财务和公司特质对股价暴跌的影响（Andreou et al., 2017, Ertugrul et al., 2017, Cao et al., 2018, 许年行等, 2012, 权小锋等, 2015、2016, 宋献中等, 2017, 田利辉和王可第, 2017, 蒋德权等, 2018, 史永东和杨瑞杰, 2018, 彭俞超等, 2018, 易志高等, 2019, 钟宇翔和李婉丽, 2019, 姜付秀等, 2020）。仅有相对少量的文献在市场层面上研究了市场微观结构状况对股价暴跌的影响, 这类在市场层面上进行研究的文献主要是从以下两个不同的视角来考察和研究了股价暴跌问题:

(1) 这类文献中有部分文献主要是从股市信息不对称的视角研究了股价暴跌问题。Romer (1993) 指出, 知情交易者的交易行为会揭示他们所知晓的私有信息, 于是非知情交易者在了解了唯有知情交易者才知晓的私有信息之后便会随即改变交易策略, 从而会引发股价剧烈波动并很可能会引发股价暴跌。Lee (1998) 和 Cao et al. (2002) 在引入了交易成本的概念之后指出, 私有信息在股市中会逐步累积, 而逐渐累积的私有信息迟早会被触发并释放, 在累积的负面私有信息释放时股价会剧烈波动并最终可能发生股价暴跌。Yuan (2005)、徐飞等 (2019) 在研究了信贷约束与股价暴跌之间的关系后指出, 当知情交易者因其无法及时获得信贷而迫不得已抛售股票时, 非知情交易者很可能会把知情交易者抛售的原因误判为知情交易者获知了负面信息, 非知情交易者便也开始抛售股票, 股票价格由此剧烈波动并最终很可能会发生股价暴跌。但是, 这些文献在理论模型中仅仅对股票价格波动或者股票价格变动进行了建模, 未能直接对股价暴跌作出明确的定义, 更未能体现股价暴跌时股票价格断崖式大幅下跌的特征, 因而这些文献大多无法非常有针对性地严谨考察股市信息不对称对股价暴跌的影响, 而仅仅只能比较宽泛地考察股市信息不对称对股价波动或股价变动的影响。

^① 习近平, 《坚决防范化解金融风险》, 2017年7月14日。

(2) 这类文献中的另一部分文献则主要是从市场交易流动性的视角研究了股价暴跌问题。Grossman (1988) 认为, 当市场中的交易流动性供给方错误地估计了交易流动性需求方的交易量时, 市场中便会出现交易流动性不足的危机, 股价便可能随之大幅波动乃至发生暴跌或暴涨。Genotte and Leland (1990) 和 Barlevy and Veronesi (2003) 则先后在 Grossman (1988) 的基础上分别引入了外生的供给冲击和内生的供给冲击, 并在构造了非线性的股票需求曲线后指出, 即便一个微小的供给冲击也会致使股市缺乏交易流动性并最终可能引发股价暴跌。虽然这些文献在其理论模型中对股价暴跌作出了比较明确的定义, 但是, 这些文献理论模型中股价暴跌的产生完全取决于非线性的股票需求曲线, 而又无法自释理论模型中股票非线性需求的产生机理。

有鉴于此, 本文将股市中的不确定性与股票的非线性需求相联系, 籍以明确定义了股价暴跌的概念, 得以更有针对性地严谨考察了股市信息不对称和股价暴跌之间的关系, 继而得出结论: 股市中的信息不对称对股价暴跌会有正向的影响, 股市中信息不对称的程度越高, 股价暴跌幅度也会越大, 且此等正向的影响会随着不确定性的增大而增大。此研究结论的基本逻辑为: 由于股市中广泛存在着不确定性, 因而股市中的部分交易者会惧于不确定性而谨慎交易, 于是股市中的交易流动性便会由此而大幅度萎缩; 在股市交易流动性严重不足的情况下, 一个负面的私有信息扰动便会引发股价下跌, 并在信息不对称的作用下演化为股价暴跌; 股市中信息不对称的程度越高, 负面私有信息扰动所导致的股价暴跌也会越严重; 而且股市中的不确定性越大, 交易者便越发不愿意参与股市交易, 股市中便会越发缺乏交易流动性, 于是股市信息不对称对股价暴跌的影响也会越大。

与既有文献相比较, 本文的主要边际贡献是在理论建模和实证研究中都引入了市场的不确定性。研究不确定性的既有文献大多聚焦于经济政策的不确定性, 侧重于研究经济政策的不确定性对经济运行的影响 (王义中和宋敏, 2014, 陈德球和陈运森, 2018); 本文则聚焦于股市中的不确定性, 从市场不确定性这个全新的视角来考察股市信息不对称对股价暴跌的影响。具体而言, (1) 本文在理论建模上的边际贡献是在所构建的理论模型中引入了市场的不确定性, 并率先将股市中的不确定性与股票的非线性需求相联系, 得以从市场不确定性这个全新的视角来解释了股票非线性需求的产生机理, 由此明确定义了股价暴跌的概念, 得以更有针对性地严谨考察了股市信息不对称对股价暴跌的影响。众多的既有相关文献仅仅是研究了信息具有不确定性 (O'Hara, 2007, Easley and O'Hara, 2009, 2010)、资产之间的相关系数具有不确定性 (Huang et al., 2017, 何俊勇和张顺明, 2017)、知情交易者的交易策略具有不确定性 (Easley et al., 2014) 等情况下的市场均衡状况, 鲜有文献从市场不确定性的视角来考察股市信息不对称对股价暴跌的影响。本文的研究不仅进一步拓展了对不确定性研究的既有成果, 也在股市信息不对称对股价暴跌的影响机制上填补了既有文献中的缺失和空白。(2) 本文在实证研究中的边际贡献是根据证券分析师的预测数据构建了 A 股市场个股的不确定性指数以度量股市中的不确定性, 得以在每个时点的横截面上分别度量了个股不同

的不确定性，并基于不确定性指数识别出了股市信息不对称对股价暴跌的影响机制。众多的既有相关文献度量了经济政策的不确定性（王义中和宋敏，2014，陈德球和陈运森，2018），仅仅在时间序列上衡量了宏观经济的经济不确定性，而无法衡量微观个体自身所面临的不确定性。本文的研究不仅拓宽了对不确定性刻画的实证方法，也为不确定性在股价暴跌的影响机制中的作用提供了新的实证经验。总括而言，本文从不确定性的全新视角进一步丰富了股价暴跌成因的研究成果，有助于从不同的视角来更为全面地理解股价暴跌的影响因素。

全文结构安排：一、引言与文献回顾，二、理论模型构建与分析，三、实证模型设计，四、实证检验与分析，五、研究结论与政策建议。

二、理论模型构建与分析

本文在理性预期均衡框架内（Grossman and Stiglitz, 1980, Verrecchia, 1982, Wang, 1994, Easley et al., 2014），构建市场微观结构的理论模型，并在模型中引入了不确定性^①，以期侧重于从不确定性的视角来揭示股市信息不对称对股价暴跌的影响。本文之所以在市场微观结构模型中引入不确定性，（1）是因为不确定性广泛存在于现实金融市场之中（吴卫星和付晓敏，2011），市场中的不确定性不仅仅会影响和改变投资者对资产收益率均值的判断，而且也会由此影响和改变投资者的交易策略（Dow and Werlang, 1992），（2）是因为不确定性在对市场微观结构的研究中极具重要性（O’Hara, 2007），具体而言，部分交易者因惧于市场中的不确定性而谨慎参与交易，于是市场的微观结构便会由此而发生变化（Easley and O’Hara, 2009、2010）。本文理论模型在引入了不确定性之后，便可更为逼真地反映出市场的实际状况，更为全面地反映出不确定性对投资者交易策略以及对市场微观结构等的影响。

1. 模型设定

本文将市场中的所有交易者细分为两类：（1）知情交易者、（2）模糊交易厌恶交易者（Huang et al., 2017）。参考 Wang（1994）和 Easley et al.（2014），本文再设定知情交易者和模糊厌恶交易者共同参与股票交易，而知情交易者具有额外的投资机会^②。本文还假设知情交易者和模糊厌恶交易者都以现金形式持有其在交易之后的全部剩余资产。

在模型中，股票价格设为 \tilde{p} ，股票未来价值设为 \tilde{v} ，且

$$\tilde{v} = \bar{v} + \varphi + \tilde{\theta}_v + \tilde{\varepsilon}_v \quad (1)$$

式(1)中， \bar{v} 表示股票未来价值的均值， $\bar{v} > 0$ ，其由股票未来价值的公共信息所决定； φ 表示股票未来价值的模糊信息； $\tilde{\theta}_v$ 表示股票未来价值的私有信息， $\tilde{\theta}_v \sim N(0, \sigma_{\theta_v}^2)$ ，且 $\sigma_{\theta_v} > 0$ ；

① 不确定性 Uncertainty（亦称模糊性 Ambiguity）系指事件结果的发生概率分布未知的状况（Knight, 1921）。Keynes（1937）将不确定性定义为尚无科学依据来计算出事件结果的发生概率。

② 具体的额外投资机会如股票衍生品投资、融资融券交易等等。

$\tilde{\varepsilon}_v$ 表示股票未来价值的噪声, $\tilde{\varepsilon}_v \sim N(0, \sigma_{\varepsilon_v}^2)$, 且 $\sigma_{\varepsilon_v} > 0$; 股票未来价值的私有信息 $\tilde{\theta}_v$ 和股票未来价值的噪声 $\tilde{\varepsilon}_v$ 相互独立。

股市中两类交易者之间是信息不对称的: 知情交易者不仅清楚地知晓股票未来价值的均值 \bar{v} , 还完全知晓股票未来价值的模糊信息 φ 和股票未来价值的私有信息 $\tilde{\theta}_v$; 而模糊厌恶交易者虽然清楚地知晓股票未来价值的均值 \bar{v} , 但他们并不完全知晓股票未来价值的模糊信息 φ , 他们仅仅模糊地知晓股票未来价值的模糊信息 φ 的大致范围是 $\varphi \in [\bar{\varphi} - \Delta\varphi, \bar{\varphi} + \Delta\varphi]$ (在 $\varphi \in [\bar{\varphi} - \Delta\varphi, \bar{\varphi} + \Delta\varphi]$ 中, $\bar{\varphi}$ 表示股票未来价值的模糊信息 φ 的平均水平, $\Delta\varphi$ 表示股票未来价值的模糊信息 φ 的不确定性, $\bar{\varphi}$ 和 $\Delta\varphi > 0$ 皆外生给定且为公共信息), 而且模糊厌恶交易者完全不知晓股票未来价值的私有信息 $\tilde{\theta}_v$ 。

模型中, 额外投资机会的收益设为 $\tilde{\eta}$, 且

$$\tilde{\eta} = \tilde{\theta}_\eta + \tilde{\varepsilon}_\eta \quad (2)$$

式(2)中, $\tilde{\theta}_\eta$ 表示额外投资机会收益的私有信息, $\tilde{\theta}_\eta \sim N(0, \sigma_{\theta_\eta}^2)$, 且 $\sigma_{\theta_\eta} > 0$; $\tilde{\varepsilon}_\eta$ 表示额外投资机会收益的噪声, $\tilde{\varepsilon}_\eta \sim N(0, \sigma_{\varepsilon_\eta}^2)$, 且 $\sigma_{\varepsilon_\eta} > 0$; 额外投资机会收益的私有信息 $\tilde{\theta}_\eta$ 和额外投资机会收益的噪声 $\tilde{\varepsilon}_\eta$ 相互独立。式(1)中的股票未来价值的噪声 $\tilde{\varepsilon}_v$ 和式(2)中的额外投资机会收益的噪声 $\tilde{\varepsilon}_\eta$ 则彼此相关, 两者的相关系数为 $\rho \in (0, 1)$ (Wang, 1994, Easley et al., 2014)。知情交易者清楚地知晓额外投资机会收益的私有信息 $\tilde{\theta}_\eta$, 而模糊厌恶交易者没有额外投资机会。

综上, 本文理论模型所设定的市场微观结构如图 1 所示。

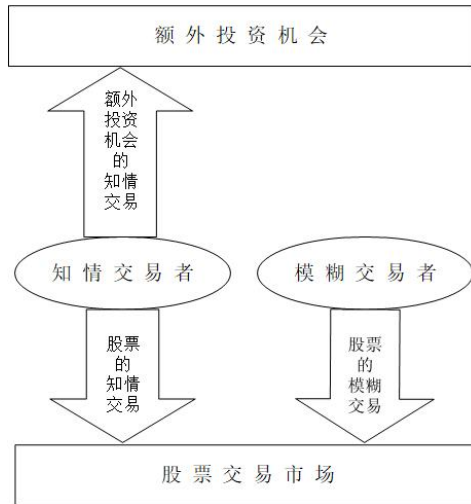


图 1 市场微观结构的简图

假设市场中的知情交易者和模糊厌恶交易者是在 $[0,1]$ 上的连续统，其中知情交易者的基数 Cardinality 设为 M ，模糊厌恶交易者的基数便为 $1-M$ 。

假设知情交易者的期望效用函数和模糊厌恶交易者的期望效用函数都是常绝对风险厌恶效用函数(即 CARA 效用函数)，效用函数中的风险厌恶系数为 $\gamma_i \quad i \in \{I, A\}$ 。具体而言，

若知情交易者的资产总额为 \tilde{W}_I ，知情交易者的期望效用函数则为 $U_I = -\frac{1}{\gamma_I} \mathbf{E}(e^{-\gamma_I \tilde{W}_I})$ ，其

风险厌恶系数为 γ_I ；若模糊厌恶交易者的资产总额为 \tilde{W}_A ，模糊厌恶交易者的期望效用函数

则为 $U_A = -\frac{1}{\gamma_A} \mathbf{E}(e^{-\gamma_A \tilde{W}_A})$ ，其风险厌恶系数为 γ_A 。

2. 市场均衡

在理性预期均衡模型中，知情交易者和模糊厌恶交易者都是先了解和掌握了他们各自的信息集，然后再根据其信息集并从实现其期望效用函数最大化出发来决定其最优交易量。随后，知情交易者和模糊厌恶交易者都将其最优交易量提交至市场。市场遂出清并实现均衡，由此得以形成了市场均衡时的股票价格。

具体而言，知情交易者根据他们所知晓的股票价格 \tilde{p} 、股票未来价值的模糊信息 φ 、股票未来价值的私有信息 $\tilde{\theta}_v$ 、额外投资机会收益的私有信息 $\tilde{\theta}_\eta$ 进行股票的知情交易和额外投资机会的知情交易，并从实现他们各自期望效用函数 U_i 的最大化出发来决定他们各自的股票最优交易量和额外投资机会最优交易量。知情交易者的最优化问题可表达为

$$\begin{cases} \max_{D_I, Z_I} U_I = -\frac{1}{\gamma_I} \mathbf{E} \left[e^{-\gamma_I \tilde{W}_I} \mid \tilde{p}, \varphi, \tilde{\theta}_v, \tilde{\theta}_\eta \right] \\ \text{s.t.} \quad \tilde{W}_I = W_I + (\tilde{v} - \tilde{p}) \cdot D_I + \tilde{\eta} \cdot Z_I \end{cases} \quad (3)$$

式(3)中， D_I 表示知情交易者的股票交易量， Z_I 表示知情交易者的额外投资机会交易量，

W_I 表示知情交易者的初始资产总额。根据式(1)和式(2)可得

$$\mathbf{E}[W_I + (\tilde{v} - \tilde{p}) \cdot D_I + \tilde{\eta} \cdot Z_I \mid \tilde{p}, \varphi, \tilde{\theta}_v, \tilde{\theta}_\eta] = W_I + (\tilde{v} + \varphi + \tilde{\theta}_v - \tilde{p}) D_I + \tilde{\theta}_\eta \cdot Z_I \quad (4)$$

$$\mathbf{Var}[W_I + (\tilde{v} - \tilde{p}) \cdot D_I + \tilde{\eta} \cdot Z_I \mid \tilde{p}, \varphi, \tilde{\theta}_v, \tilde{\theta}_\eta] = D_I^2 \sigma_{\varepsilon_v}^2 + Z_I^2 \sigma_{\varepsilon_\eta}^2 + 2\rho D_I Z_I \sigma_{\varepsilon_v} \sigma_{\varepsilon_\eta} \quad (5)$$

式(4)中， $\mathbf{E}[\cdot \mid \tilde{p}, \varphi, \tilde{\theta}_v, \tilde{\theta}_\eta]$ 表示 \tilde{p} 、 φ 、 $\tilde{\theta}_v$ 、 $\tilde{\theta}_\eta$ 下的条件均值算子；式(5)中，

$\mathbf{Var}[\cdot \mid \tilde{p}, \varphi, \tilde{\theta}_v, \tilde{\theta}_\eta]$ 表示 \tilde{p} 、 φ 、 $\tilde{\theta}_v$ 、 $\tilde{\theta}_\eta$ 下的条件方差算子。由此，知情交易者的股票最优交易量 D_I^* 和额外投资机会最优交易量 Z_I^* 分别为

$$\begin{cases} D_I^* = \frac{\bar{v} + \varphi + \bar{\theta}_v - \rho \frac{\sigma_{\varepsilon_v}}{\sigma_{\varepsilon_\eta}} \bar{\theta}_\eta - \tilde{p}}{\gamma_I (1 - \rho^2) \sigma_{\varepsilon_v}^2} \\ Z_I^* = \frac{\bar{\theta}_\eta - \rho \frac{\sigma_{\varepsilon_\eta}}{\sigma_{\varepsilon_v}} (\bar{v} + \varphi + \bar{\theta}_v - \tilde{p})}{\gamma_I (1 - \rho^2) \sigma_{\varepsilon_\eta}^2} \end{cases} \quad (6)$$

而模糊厌恶交易者并不知晓股票未来价值的私有信息 $\bar{\theta}_v$ ，于是他们仅仅根据股票价格 \tilde{p} 和股票未来价值的模糊信息 φ 的大致范围 $\varphi \in [\bar{\varphi} - \Delta\varphi, \bar{\varphi} + \Delta\varphi]$ 在股市进行股票的模糊交易，并基于最不利的情况从实现他们各自期望效用函数 U_A 的最大化出发来决定他们各自的股票最优交易量。模糊厌恶交易者的最优化问题可表达为

$$\begin{cases} \max_{D_A} \min_{\varphi \in [\bar{\varphi} - \Delta\varphi, \bar{\varphi} + \Delta\varphi]} U_A = -\frac{1}{\gamma_A} \mathbf{E}_\varphi \left[e^{-\gamma_A \tilde{W}_A} \mid \tilde{p} \right] \\ \text{s.t.} \quad \tilde{W}_A = W_A + (\tilde{v} - \tilde{p}) \cdot D_A \end{cases} \quad (7)$$

式(7)中， D_A 表示模糊厌恶交易者的股票交易量， W_A 表示模糊厌恶交易者的初始资产总额。

根据式(1)可得

$$\min_{\varphi \in [\bar{\varphi} - \Delta\varphi, \bar{\varphi} + \Delta\varphi]} \mathbf{E}_\varphi [W_A + (\tilde{v} - \tilde{p}) \cdot D_A \mid \tilde{p}] = \begin{cases} W_A + (\bar{v} + \bar{\varphi} - \Delta\varphi - \tilde{p}) D_A & D_A > 0 \\ W_A & D_A = 0 \\ W_A + (\bar{v} + \bar{\varphi} + \Delta\varphi - \tilde{p}) D_A & D_A < 0 \end{cases} \quad (8)$$

$$\mathbf{Var}[W_A + (\tilde{v} - \tilde{p}) \cdot D_A \mid \tilde{p}] = (\sigma_{\theta_v}^2 + \sigma_{\varepsilon_v}^2) D_A^2 \quad (9)$$

式(8)中， $\mathbf{E}_\varphi[\cdot \mid \tilde{p}]$ 是基于给定股票未来价值模糊信息 φ 的在 \tilde{p} 下的条件均值算子；式(9)中，

$\mathbf{Var}[\cdot \mid \tilde{p}]$ 是在 \tilde{p} 下的条件方差算子。由此，模糊厌恶交易者的股票最优交易量 D_A^* 为

$$D_A^* = \begin{cases} \frac{\bar{v} + \bar{\varphi} - \Delta\varphi - \tilde{p}}{\gamma_A (\sigma_{\theta_v}^2 + \sigma_{\varepsilon_v}^2)} & \tilde{p} < \bar{v} + \bar{\varphi} - \Delta\varphi \\ 0 & \bar{v} + \bar{\varphi} - \Delta\varphi \leq \tilde{p} \leq \bar{v} + \bar{\varphi} + \Delta\varphi \\ \frac{\bar{v} + \bar{\varphi} + \Delta\varphi - \tilde{p}}{\gamma_A (\sigma_{\theta_v}^2 + \sigma_{\varepsilon_v}^2)} & \tilde{p} > \bar{v} + \bar{\varphi} + \Delta\varphi \end{cases} \quad (10)$$

由式(10)可知，模糊厌恶交易者在三种不同的股价区间会有三种不同的股票最优交易量：(1)

在股价区间 $\tilde{p} < \bar{v} + \bar{\varphi} - \Delta\varphi$ ，模糊厌恶交易者的股票最优交易量为 $\frac{\bar{v} + \bar{\varphi} - \Delta\varphi - \tilde{p}}{\gamma_A (\sigma_{\theta_v}^2 + \sigma_{\varepsilon_v}^2)}$ ；(2)在

股价区间 $\tilde{p} > \bar{v} + \bar{\varphi} + \Delta\varphi$ ，模糊厌恶交易者的股票最优交易量为 $\frac{\bar{v} + \bar{\varphi} + \Delta\varphi - \tilde{p}}{\gamma_A(\sigma_{\theta_v}^2 + \sigma_{\varepsilon_v}^2)}$ ；(3) 在股

价区间 $\bar{v} + \bar{\varphi} - \Delta\varphi \leq \tilde{p} \leq \bar{v} + \bar{\varphi} + \Delta\varphi$ ，模糊厌恶交易者的股票最优交易量为 0。模糊厌恶交易者在股价区间 $\bar{v} + \bar{\varphi} - \Delta\varphi \leq \tilde{p} \leq \bar{v} + \bar{\varphi} + \Delta\varphi$ 的股票最优交易量之所以为 0，是因为他们惧于市场中的不确定性而不参与股票交易。可见，模糊厌恶交易者在股市中是有限参与交易的（Mankiw and Zeldes, 1991），而且他们的股票需求是非线性的。模糊厌恶交易者不参与股票交易的股价区间 $\bar{v} + \bar{\varphi} - \Delta\varphi \leq \tilde{p} \leq \bar{v} + \bar{\varphi} + \Delta\varphi$ 是他们的惰性区间。

知情交易者和模糊厌恶交易者在决定了他们各自的最优交易量之后，便将各自的最优交易量提交至市场。市场随后出清并实现均衡（此时市场中股票的超额需求量为零）。市场出清条件为

$$M \cdot D_I^* + (1-M) \cdot D_A^* = 0 \quad (11)$$

市场出清并实现均衡时，便形成了市场均衡时的股票价格。将知情交易者的股票最优交易量式(6)和模糊厌恶交易者的股票最优交易量式(10)一併代入市场出清条件式(11)，便可解得市场均衡时的股票价格 \tilde{p} 。

$$\tilde{p} = \begin{cases} \tilde{p}_L = \bar{v} + \alpha_\theta \left[\varphi + \tilde{\theta}_v - \rho \frac{\sigma_{\varepsilon_v}}{\sigma_{\varepsilon_\eta}} \tilde{\theta}_\eta \right] + \alpha_\varphi [\bar{\varphi} - \Delta\varphi] & \tilde{p} < \bar{v} + \bar{\varphi} - \Delta\varphi \\ \tilde{p}_H = \bar{v} + \alpha_\theta \left[\varphi + \tilde{\theta}_v - \rho \frac{\sigma_{\varepsilon_v}}{\sigma_{\varepsilon_\eta}} \tilde{\theta}_\eta \right] + \alpha_\varphi [\bar{\varphi} + \Delta\varphi] & \tilde{p} > \bar{v} + \bar{\varphi} + \Delta\varphi \end{cases} \quad (12)$$

如式(12)所示，市场均衡时股票价格 \tilde{p} 由如下三项所构成：第一项 \bar{v} 表示股票未来价值的均值（市场中假如不存在唯有知情交易者才知晓的信息 $\varphi + \tilde{\theta}_v - \rho \frac{\sigma_{\varepsilon_v}}{\sigma_{\varepsilon_\eta}} \tilde{\theta}_\eta$ ，也不存在模糊厌恶交易者所面临的不确定性 $\bar{\varphi} \pm \Delta\varphi$ ，市场均衡时的股票价格 \tilde{p}_L 和 \tilde{p}_H 便都会与股票未来价值的均值 \bar{v} 相同）；第二项 $\alpha_\theta \left[\varphi + \tilde{\theta}_v - \rho \frac{\sigma_{\varepsilon_v}}{\sigma_{\varepsilon_\eta}} \tilde{\theta}_\eta \right]$ 表示唯有知情交易者才完全知晓的私有信息和模糊信息 $\varphi + \tilde{\theta}_v - \rho \frac{\sigma_{\varepsilon_v}}{\sigma_{\varepsilon_\eta}} \tilde{\theta}_\eta$ 对股票价格 \tilde{p} 的影响（唯有知情交易者才知晓的信息主要包括股票未来价值的模糊信息 φ 、股票未来价值的私有信息 $\tilde{\theta}_v$ 和额外投资机会收益的私

有信息 $\tilde{\theta}_\eta$), 其中 $\alpha_\theta = \frac{\frac{M}{\gamma_I(1-\rho^2)\sigma_{\varepsilon_v}^2}}{\frac{M}{\gamma_I(1-\rho^2)\sigma_{\varepsilon_v}^2} + \frac{1-M}{\gamma_A(\sigma_{\theta_v}^2 + \sigma_{\varepsilon_v}^2)}}$ 是知情交易者知晓的信息对股票价格

的影响系数, 反映了股市信息不对称程度 A_{sy} , 股市信息不对称程度 A_{sy} 越大, 相同信息对股票价格的影响也就越大; 第三项 $\alpha_\varphi [\bar{\varphi} \pm \Delta\varphi]$ 表示模糊厌恶交易者所面临的不确定性

$\bar{\varphi} \pm \Delta\varphi$ 对股票价格 \tilde{p} 的影响, 其中 $\alpha_\varphi = \frac{\frac{1-M}{\gamma_A(\sigma_{\theta_v}^2 + \sigma_{\varepsilon_v}^2)}}{\frac{M}{\gamma_I(1-\rho^2)\sigma_{\varepsilon_v}^2} + \frac{1-M}{\gamma_A(\sigma_{\theta_v}^2 + \sigma_{\varepsilon_v}^2)}}$ 。

尤需强调, 式(12)中的市场均衡时股票价格 \tilde{p} 仅仅在 $\tilde{p} < \bar{v} + \bar{\varphi} - \Delta\varphi$ 和 $\tilde{p} > \bar{v} + \bar{\varphi} + \Delta\varphi$ 两个股价区间中成立; 在股价区间 $\bar{v} + \bar{\varphi} - \Delta\varphi \leq \tilde{p} \leq \bar{v} + \bar{\varphi} + \Delta\varphi$ (即在模糊厌恶交易者交易的惰性区间), 并不会形成稳定的市场均衡时股票价格 \tilde{p} , 因为模糊厌恶交易者惧于市场中的不确定性而不参与股票交易, 他们的股票最优交易量骤降为零, 市场交易流动性因此而匮乏, 知情交易者于是难以寻觅到交易对手来进行股票的知情交易。

本文理论模型将股价暴跌 *Crash* 定义为在 $\tilde{p} < \bar{v} + \bar{\varphi} - \Delta\varphi$ 和 $\tilde{p} > \bar{v} + \bar{\varphi} + \Delta\varphi$ 两个股价区间中的股票价格之差, 即

$$Crash = \tilde{p}_H - \tilde{p}_L = 2\alpha_\varphi \Delta\varphi \stackrel{a.s.}{=} 2 \frac{\frac{1-M}{\gamma_A(\sigma_{\theta_v}^2 + \sigma_{\varepsilon_v}^2)}}{\frac{M}{\gamma_I(1-\rho^2)\sigma_{\varepsilon_v}^2} + \frac{1-M}{\gamma_A(\sigma_{\theta_v}^2 + \sigma_{\varepsilon_v}^2)}} \Delta\varphi \quad (13)$$

由此定义的股价暴跌, 得以充分体现出股价暴跌时股票价格断崖式大幅下跌的特征。

3. 无不确定性的反事实分析

为了考察不确定性的影响, 本文进而假设市场中不存在不确定性。在这个不存在不确定性的反事实假设环境中, 各类交易者会根据不存在不确定性的市场状况调整各自的最优交易量, 并将各自调整后的最优交易量提交至市场, 市场随后再次出清并实现新的均衡, 由此得以形成反事实假设环境中的市场均衡时股票价格。在反事实的假设市场环境中, 知情交易者的股票最优交易量 D_I^{**} 和额外投资机会最优交易量 Z_I^{**} 分别为

$$\begin{cases} D_I^{**} = \frac{\bar{v} + \varphi + \tilde{\theta}_v - \rho \frac{\sigma_{\varepsilon_v}}{\sigma_{\varepsilon_\eta}} \tilde{\theta}_\eta - \tilde{p}}{\gamma_I (1 - \rho^2) \sigma_{\varepsilon_v}^2} \\ Z_I^{**} = \frac{\tilde{\theta}_\eta - \rho \frac{\sigma_{\varepsilon_\eta}}{\sigma_{\varepsilon_v}} (\bar{v} + \varphi + \tilde{\theta}_v - \tilde{p})}{\gamma_I (1 - \rho^2) \sigma_{\varepsilon_\eta}^2} \end{cases} \quad (14)$$

而模糊厌恶交易者的股票最优交易量 D_A^{**} 则为

$$D_A^{**} = \frac{\bar{v} + \varphi - \tilde{p}}{\gamma_A (\sigma_{\theta_v}^2 + \sigma_{\varepsilon_v}^2)} \quad (15)$$

在反事实假设环境中，市场出清条件类似于真实市场环境中的市场出清条件式(11)，

市场均衡时股票价格 \tilde{p}_{Non} 为

$$\tilde{p}_{Non} = \bar{v} + \varphi + \alpha_\theta \left[\tilde{\theta}_v - \rho \frac{\sigma_{\varepsilon_v}}{\sigma_{\varepsilon_\eta}} \tilde{\theta}_\eta \right] \quad (16)$$

式(16)中，第一项 \bar{v} 表示股票未来价值的均值，此第一项与式(12)中的第一项相同；第二项

φ 表示已经成为公共知识的股票未来价值模糊信息；第三项 $\alpha_\theta \left[\tilde{\theta}_v - \rho \frac{\sigma_{\varepsilon_v}}{\sigma_{\varepsilon_\eta}} \tilde{\theta}_\eta \right]$ 表示唯有

知情交易者才完全知晓的私有信息 $\tilde{\theta}_v - \rho \frac{\sigma_{\varepsilon_v}}{\sigma_{\varepsilon_\eta}} \tilde{\theta}_\eta$ 对市场均衡时股票价格 \tilde{p}_{Non} 的影响。

通过比较存在着不确定性的真实市场环境中的市场均衡时股票价格 \tilde{p} 和反事实假设环境中的市场均衡时股票价格 \tilde{p}_{Non} ，可发现：在假设不存在不确定性的反事实市场环境中，市场均衡时股票价格 \tilde{p}_{Non} 的变化是连续的、而非间断的，未能体现出股价暴跌一般为断崖式大幅下跌的定义。本节的分析表明，在一个不存在不确定性的完美市场中一般是不会发生股价暴跌的。反之，由于真实市场中普遍存在着不确定性，因而股价暴跌必然时有发生，可见真实市场中普遍存在的不确定性是发生股价暴跌的温床。

4. 股价暴跌的命题

根据第2节中对股价暴跌 *Crash* 的定义和对股市信息不对称 *Asy* 的定义可知，股价暴跌 *Crash* 和股市信息不对称 *Asy* 的关系为

$$Crash = 2 \cdot \frac{a.s. \gamma_I (1 - \rho^2) \sigma_{\varepsilon_v}^2}{\gamma_A (\sigma_{\theta_v}^2 + \sigma_{\varepsilon_v}^2)} \cdot \frac{1 - M}{M} \cdot Asy \cdot \Delta\varphi \quad (17)$$

由式(17)可知，当一个负面的私有信息扰动发生时，股市信息不对称 *Asy* 的程度越高，相同

信息对股票价格的影响也就越大，因而唯有知情交易者才知晓的信息 $\varphi + \tilde{\theta}_v - \rho \frac{\sigma_{\varepsilon_v}}{\sigma_{\varepsilon_\eta}} \tilde{\theta}_\eta$ 对市

场均衡时股票价格 \tilde{p} 的影响越大，股价暴跌 *Crash* 的程度也会越大，即

$$\frac{\partial Crash}{\partial Asy} = 2 \cdot \frac{\gamma_I (1 - \rho^2) \sigma_{\varepsilon_v}^2}{\gamma_A (\sigma_{\theta_v}^2 + \sigma_{\varepsilon_v}^2)} \cdot \frac{1 - M}{M} \cdot \Delta\varphi > 0 \quad (18)$$

个中缘由是当一个负面的私有信息扰动发生时，股票的超额需求量便会发生变化（如图 2 所示，超额需求曲线便会左移）；股票超额需求量的变化幅度（即图 2 中股票的超额需求曲线的左移幅度）与股市信息不对称 *Asy* 的程度正相关，股市信息不对称 *Asy* 的程度越高，股票超额需求量的变化幅度也就越大，于是股价暴跌 *Crash* 也会越严重。

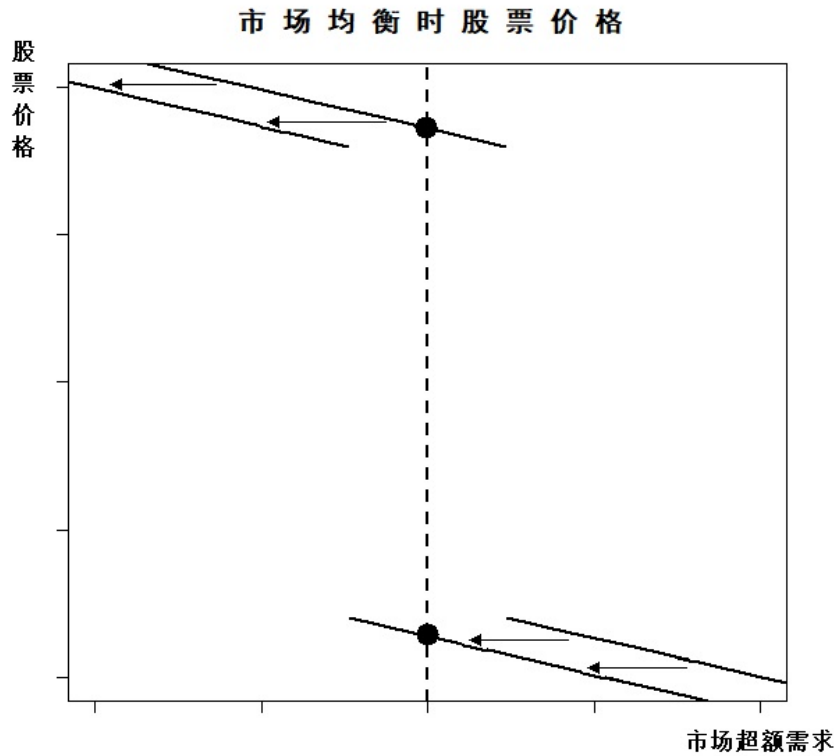


图 2 股价暴跌的示意图

由此，本文提出理论模型的命题 1。

命题 1：股市信息不对称对股价暴跌会有正向的影响，股市中信息不对称的程度越高，股价暴跌的程度也会越大。

进而再由式(18)可知，模糊厌恶交易者所面临的不确定性 $\Delta\varphi$ 越大，股市信息不对称对股价暴跌的影响也会越大，即

$$\frac{\partial}{\partial \Delta \varphi} \left(\frac{\partial Crash}{\partial Asy} \right) = 2 \cdot \frac{\gamma_1 (1 - \rho^2) \sigma_{\varepsilon_v}^2}{\gamma_A (\sigma_{\theta_v}^2 + \sigma_{\varepsilon_v}^2)} \cdot \frac{1 - M}{M} > 0 \quad (19)$$

个中缘由是不确定性 $\Delta \theta$ 越大，[模糊厌恶交易者](#)便越发不愿意参与股市交易，股市中便会越发缺乏交易流动性，于是股市信息不对称对股价暴跌的影响也会越大。

由此，本文再提出理论模型的命题 2。

命题 2：不确定性具有放大效应，股市中的不确定性越大，股市信息不对称对股价暴跌的影响也会越大。

三、实证模型设计

1. 模型设定

本文设立实证模型式(20)来实证检验股市中的信息不对称对股价暴跌的影响

$$Crash_{i,j,t} = \beta_0 + \beta_1 \cdot Asy_{i,j,t} + \beta \cdot \mathbf{X}_{i,j,t} + \beta_t + \beta_j + u_{i,j,t} \quad (20)$$

式(20)中，*Crash* 表示股价暴跌，是本文实证模型的因变量；*Asy* 表示股市信息不对称，是本文实证模型的自变量； \mathbf{X} 是本文实证模型的控制变量；下标 $i=1, 2, \dots, n$ 表示不同股票的截面，下标 $j=1, 2, \dots, k$ 表示不同行业的截面，下标 $t=1, 2, \dots, m$ 表示不同时间的期数（以月为单位）； β_0 表示截距项， β_t 表示时间固定效应， β_j 表示行业固定效应， $u_{i,j,t}$ 表示随机误差项； β_1 和 β 都表示回归系数，回归系数 β_1 是本文的主要考察对象和研究重点之一。

本文设立实证模型式(21)来实证检验不确定性在股市信息不对称对股价暴跌的影响中所起的作用

$$Crash_{i,j,t} = \gamma_0 + \gamma_1 \cdot Asy_{i,j,t} + \gamma_2 \cdot Amb_{i,j,t} + \gamma_3 \cdot Asy_{i,j,t} \cdot Amb_{i,j,t} + \gamma \cdot \mathbf{X}_{i,j,t} + \gamma_t + \gamma_j + u_{i,j,t} \quad (21)$$

式(21)中，*Amb* 表示不确定性，是本文实证模型的调节变量； γ_0 表示截距项， γ_t 表示时间固定效应， γ_j 表示行业固定效应， γ_1 、 γ_2 、 γ_3 和 γ 都表示回归系数，交互项的回归系数 γ_3 是本文的主要考察对象和研究重点之二。

2. 变量定义

(1) 股价暴跌

实证模型中的因变量为股价暴跌 $Crash_{i,j,t}$ ，本文以样本股票发生股价暴跌的频率 $Frequency(x)_{i,j,t}$ 用于度量股价暴跌 $Crash_{i,j,t}$ （[Chen et. al., 2001](#)，[Marin and Olivier, 2008](#)，[Piotroski et. al., 2015](#)，[陈国进和张贻军, 2009](#)，[丁慧等, 2018](#)，[赵静等, 2018](#)）。具体而言，本文假设股票收益率呈正态分布，而后使用中心极限定理定义样本股票发生股价暴跌的频率

$Frequency(x)_{i,j,t}$ 为样本股票的收益率出现极端负值的概率，即

$$Frequency(1.96)_{i,j,t} \triangleq \Pr \left\{ R_{i,j,\tau} < \mathbf{E} \left(R_{i,j,\tau} \right) - 1.96 \mathbf{Var} \left(R_{i,j,\tau} \right), \tau \in t \right\} \quad (22)$$

$$Frequency(2.33)_{i,j,t} \triangleq \Pr \left\{ R_{i,j,\tau} < \mathbf{E} \left(R_{i,j,\tau} \right) - 2.33 \mathbf{Var} \left(R_{i,j,\tau} \right), \tau \in t \right\} \quad (23)$$

式(22)和式(23)中， $R_{i,j,\tau}$ 表示样本股票 i 在交易日 τ 的收益率，阈值-1.96 和-2.33 分别表示正态分布的下 2.5%和下 1%的分位点。

(2) 信息不对称

实证模型中的自变量为股市信息不对称 $Asy_{i,j,t}$ ，本文以样本股票的月知情交易概率度量股市信息不对称 $Asy_{i,j,t}$ 的程度 (Easley et al., 1996, Aktas et al., 2007, 杨之曙和姚松瑶, 2004, 屈文洲等, 2011, 刘红忠和毛杰, 2018) ^①。一般而言，知情交易概率由如下两步构造而成。首先，根据经典文献 Easley et al. (1996)，按式(24)进行参数估计

$$\begin{aligned} L_{\tau}(B, S | \alpha, \delta, \varepsilon, \mu) = & (1 - \alpha) e^{-\varepsilon \tau} \frac{(\varepsilon \tau)^B}{B!} e^{-\varepsilon \tau} \frac{(\varepsilon \tau)^S}{S!} \\ & + \alpha (1 - \delta) e^{-(\varepsilon + \mu) \tau} \frac{[(\varepsilon + \mu) \tau]^B}{B!} e^{-\varepsilon \tau} \frac{(\varepsilon \tau)^S}{S!} \\ & + \alpha \delta e^{-\varepsilon \tau} \frac{(\varepsilon \tau)^B}{B!} e^{-(\varepsilon + \mu) \tau} \frac{[(\varepsilon + \mu) \tau]^S}{S!} \end{aligned} \quad (24)$$

式(24)中， B 表示交易日 τ 内的买入指令数， S 则表示交易日 τ 内的卖出指令数； α 表示信息事件发生的概率， $1 - \alpha$ 则表示信息事件不发生的概率； δ 表示坏消息的发生概率， $1 - \delta$ 则表示好消息的发生概率； μ 表示知情交易者的指令到达率， ε 则表示其他交易者的指令到达率。设整个样本月份 t 内的各交易日两两独立，整个样本月份 t 的对数似然函数则为

$$\text{Ln}L(\alpha, \delta, \mu, \varepsilon) = \sum_{\tau \in t} \text{Ln}L_{\tau}(B, S | \alpha, \delta, \mu, \varepsilon) \quad (25)$$

根据整个样本月份 t 内的买入指令数 B 和卖出指令数 S ，使用极大似然法对式(25)作最优估计，可得参数 α 、 δ 、 μ 和 ε 。然后，根据 Bayes 法则，知情交易概率为 $\frac{\alpha \mu}{\alpha \mu + 2\varepsilon}$ 。

(3) 不确定性

实证模型中的调节变量为不确定性。根据 Anderson et al. (2009) 和 Antoniou et al. (2015)，本文基于证券分析师的预测数据构建样本股票的个股不确定性指数 $Amb_{i,j,t}$ 用于度量个股的不确定性的程度。首先，针对第 p 位证券分析师在第 t 期对第 i 支股票所给出的每股收益预测值 $Forecast_{i,j,p,t}$ ，需计算出此预测值相对于实际值 $Real_{i,j,t}$ 的预测偏差 $Error_{i,j,p,t}$ ，预

^① 本文不使用成交量加权的知情交易概率 VPIN 来测度我国股市信息不对称的程度，是因为 Easley et al. (2011、2012a、2012b) 所提出的成交量加权知情交易概率 VPIN，比较适合在高频交易的市场环境中用于测度股市信息不对称的程度 (O'Hara, 2015)，而我国股市是实行 T+1 的交易制度，并非高频交易的市场，所以成交量加权的知情交易概率 VPIN 不太适用于我国股市。

测偏差 $Error_{i,j,p,t}$ 的计算公式为

$$Error_{i,j,p,t} = \frac{Forecast_{i,j,p,t} - Real_{i,j,t}}{Real_{i,j,t}} \quad (26)$$

然后，有鉴于事件结果在不确定性状况下的概率分布是未知的，本文便以此预测偏差 $Error_{i,j,p,t}$ 的四分位差 interquartile range 来构建个股的不确定性指数 $Amb_{i,j,t}$ ，计算公式为

$$Amb_{i,j,t} = IQR_p(Error_{i,j,p,t}) \quad (27)$$

(4) 控制变量

本文参考了 Hutton et al. (2009)、Kim et al. (2011a、2011b)、许年行等 (2012、2013)、权小锋等 (2015、2016)、田利辉和王可第 (2017)、蒋德权等 (2018)、杨威等 (2020) 选取了如下控制变量：(1) 上期的股价暴跌 L.Crash (即上期的股票收益负偏程度 L.Ncskew 和上期的股票涨跌波动比率 L.Duvol)、(2) 上期的股票特质收益率的均值 L.Return、(3) 上期的股票特质收益率的波动率 L.Sigma、(4) 上期的上市公司财务杠杆 L.Lev、(5) 上期的上市公司账面市值比 L.BM、(6) 上期的上市公司经营业绩 L.ROA、(7) 上期的上市公司规模 (对数值) L.Size、(8) 上期的股票换手率 L.Turnover、(9) 上期的上市公司财务不透明度 L.Opacity (即上期的上市公司可操纵应计盈余的绝对值)。

3. 数据来源

文中计算知情交易概率所使用的分笔高频交易数据来源于 RESSET 高频数据库，股票的交易方向系根据 Lee-Ready 算法 (Lee and Ready, 1991) 计算而得。其他数据均来源于国泰安 CSMAR 数据库。实证检验的样本为沪深 A 股股票 (但不包括金融类股票)，样本时间为 2010 年 7 月 1 日^①至 2015 年 12 月 31 日。本文使用 R 软件中的 pinbasic 程序包计算了知情交易概率 PIN 和知情交易概率 G-PIN，使用 Stata14.0 完成了其他数据处理和回归分析。实证模型中的主要变量都进行了上下各 2.5% 的缩尾 (Winsorize) 处理，以尽可能减少样本中的异常值对实证检验结果的干扰。为了消除自变量与调节变量之间可能存在的多重共线性问题，自变量与调节变量又进行了中心化处理。

四、实证检验与分析

1. 描述性统计

表 1 展示了各变量的描述性统计结果。两个股价暴跌指标 (Frequency1.96 和 Frequency2.33) 的均值分别为 2.1320 和 1.5819，而其标准差分别为 6.8010 和 6.0309，表明样本股票发生股价暴跌的频率分别为 2.13% 和 1.58%，其分布与既有文献类似 (丁慧等, 2018，

^① 为了与理论模型中的“额外交易机会”相匹配，本文将 2010 年 7 月设定为样本首期，因为我国融资融券交易于 2010 年 3 月 31 日上市交易，但实证模型的部分控制变量是季度滞后变量，因而本文选取 2010 年 7 月为样本首期。

赵静等, 2018)。股市信息不对称指标 PIN 的均值为 0.0972, 而其中位数为 0.0868, 表明股市信息不对称指标呈有偏状, 其分布也与既有文献类似 (刘红忠和毛杰, 2018)。

表 1 描述性统计

变量	样本数	均值	标准差	下四分位数	中位数	上四分位数
Frequency1.96	142627	2.1320	6.8010	0	0	0
Frequency2.33	142627	1.5819	6.0309	0	0	0
PIN	134960	0.0907	0.0376	0.0622	0.0843	0.1128
Amb ^①	124926	1.7048	2.4978	0.4377	0.8184	1.7832
Return	140755	-0.0030	0.1179	-0.0030	-0.0007	0.0004
Sigma	140755	0.0191	0.0124	0.0120	0.0170	0.0240
Lev	140722	0.4518	1.3941	0.2405	0.4239	0.6080
BM	139345	0.9230	1.0305	0.3492	0.5938	1.0678
ROA	136070	0.0249	0.2238	0.0051	0.0190	0.0431
Size	140722	0.1231	0.6698	0.0126	0.0269	0.0664
Turnover	142611	0.5922	0.6431	0.1968	0.3869	0.7521
Opacity	138694	0.0510	2.1532	0.0098	0.0227	0.0454

2. 基准回归检验

本文实证检验我国股市中的信息不对称对股价暴跌的影响, 以知情交易概率 PIN 来度量刻画股市信息不对称的程度, 并以股价暴跌的发生频率 Frequency1.96 和 Frequency2.33 来度量刻画股价暴跌。实证检验的聚类估计结果详见表 2。

表 2 实证检验的聚类估计结果

变量	Frequency1.96	Frequency1.96	Frequency2.33	Frequency2.33
PIN	1.2515*** (0.2899)	2.1888*** (0.2577)	1.9751*** (0.2645)	2.3956*** (0.2336)
L.Frequency1.96		0.1259*** (0.0083)		
L.Frequency2.33				0.1583*** (0.0088)
L.Return		1.9261*** (0.2108)		1.3770*** (0.1000)
L.Sigma		40.5099*** (1.8921)		28.4923*** (1.5748)
L.Lev		-0.0932*** (0.0200)		-0.0608*** (0.0140)
L.BM		-0.0394*** (0.0102)		-0.0277*** (0.0089)
L.ROA		-0.6290** (0.2905)		-0.4863** (0.2403)
L.Size		-0.0737*** (0.0239)		-0.0822*** (0.0216)
L.Turnover		0.5100*** (0.0308)		0.3240*** (0.0260)
L.Opacity		0.0071 (0.0045)		0.0059 (0.0037)
常数项	0.5289*** (0.1699)	-0.6996*** (0.0810)	0.4018** (0.1565)	-0.4986*** (0.0738)
行业固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes
月份固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes
样本数	134050	124044	134050	124044
R ²	0.7146	0.7575	0.7057	0.7526

注: 表中, 估计系数下括号内的数值为估计系数的聚类标准误, *, **, ***分别表示估计系数在10%、

① 为了展示整个分布情况, 此表中的 PIN、G-PIN、Amb 三个变量未进行中心化处理。

5%、1%的置信水平下显著。

表 2 的第 2、第 3 列的被解释变量为**股价暴跌的发生频率 Frequency1.96**，(1) 第 2 列仅引入解释变量知情交易概率 PIN，其估计系数在 1%的置信水平下显著为正；(2) 第 3 列在第 2 列的基础上研究了股价暴跌常用的控制变量（包括上期的**股价暴跌发生频率 Frequency1.96**、上期的股票特质收益率的均值 L.Return、上期的股票特质收益率的波动率 L.Sigma、上期的上市公司财务杠杆 L.Lev、上期的上市公司账面市值比 L.BM、上期的上市公司经营业绩 L.ROA、上期的上市公司规模 L.Size、上期的股票换手率 L.Turnover、上期的上市公司财务不透明度 L.Opacity），回归估计结果依然保持稳健，知情交易概率 PIN 的估计系数为 2.1888，且仍然在 1%的置信水平下显著为正。此实证检验的结果表明：股市信息不对称对股价暴跌会有显著的正向影响，股市中信息不对称的程度越高，股价暴跌的程度也会越大。前文理论模型推导出的命题 1 由此也得以验证。表 2 第 3 列还提示：我国股市的股价暴跌，除了受到股市信息不对称的显著影响之外，上期的股票特质收益率的均值 L.Return、上期的股票特质收益率的波动率 L.Sigma、上期的上市公司财务杠杆 L.Lev、上期的上市公司账面市值比 L.BM、上期的上市公司经营业绩 L.ROA、上期的上市公司规模 L.Size 和上期的股票换手率 L.Turnover 也都会对我国股市的股价暴跌程度产生显著的影响。

再如表 2 中的第 4、第 5 列所示，在股价暴跌改为由**股价暴跌的发生频率 Frequency2.33**来度量的情况下，知情交易概率 PIN 的估计系数仍然在 1%的置信水平下显著为正。此实证检验的结果再度印证了股市信息不对称对股价暴跌确实会有显著的正向影响，并再度验证了理论模型命题 1。

3. 考虑内生性的稳健性检验

股市信息不对称和股价暴跌两者之间可能会发生遗漏变量和互为因果这两类内生性问题。鉴此，本文使用固定效应模型和工具变量模型两种方法在考虑了内生性问题后重新检验股市信息不对称程度对股价暴跌的影响。本文选用**样本股票是否已被选定为融资融券标的股票 Short**来作为股市信息不对称的工具变量，其原因有二：(1) 样本股票被选定为融资融券标的股票与市场中的股价暴跌并不直接相关，因为融资融券标的股票的调入和调出系由沪深两市交易所决定，实为外生事件，具有高度的外生性；(2) 样本股票被选定为融资融券标的股票 Short 与股市信息不对称具有相关性，因为融资融券交易的推出降低了股市的信息不对称（刘红忠和毛杰，2018）。鉴此，样本股票是否已被选定为融资融券标的股票 Short 不仅满足了工具变量的外生性要求、还满足了工具变量的相关性要求，适合用作本文的工具变量。使用固定效应模型和工具变量模型的稳健性检验结果详见表 3。

表 3 考虑内生性的稳健性检验结果

变量	Frequency1.96	Frequency2.33	Frequency1.96		Frequency2.33	
			第一阶段	第二阶段	第一阶段	第二阶段

Short			-0.0014** (0.0006)		-0.0014** (0.0006)	
PIN	2.4648*** (0.2714)	2.6280*** (0.2480)		45.6829* (28.1731)		48.6833* (27.2267)
L.Frequency1.96	0.0994*** (0.0081)		0.0004 (0.0004)	0.0979*** (0.0083)		
L.Frequency2.33		0.1347*** (0.0086)			0.0013*** (0.0004)	0.1284*** (0.0096)
L.Return	1.7281*** (0.2004)	1.2356*** (0.1010)	-0.0070*** (0.0010)	2.0227*** (0.2890)	-0.0073*** (0.0010)	1.5623*** (0.2326)
L.Sigma	36.6543*** (1.9707)	25.8386*** (1.6664)	-0.1279*** (0.0174)	42.0434*** (4.2412)	-0.1338 (0.0172)	31.8553*** (4.0736)
L.Lev	-0.0298** (0.0150)	-0.0148 (0.0115)	0.0008* (0.0004)	-0.0627* (0.0337)	0.0008* (0.0004)	-0.0501* (0.0295)
L.BM	-0.0855*** (0.0230)	-0.0564*** (0.0205)	0.0030*** (0.0004)	-0.2161** (0.0923)	0.0030*** (0.0004)	-0.1952** (0.0854)
L.ROA	-0.1744 (0.1183)	-0.1168 (0.0912)	0.0021 (0.0018)	-0.2668 (0.1770)	0.0022 (0.0018)	-0.2171 (0.1546)
L.Size	-0.5594*** (0.1404)	-0.6288*** (0.1501)	-0.0033 (0.0023)	-0.4142*** (0.1204)	-0.0032 (0.0023)	-0.4782*** (0.1140)
L.Turnover	0.4404*** (0.0366)	0.2797*** (0.0324)	-0.0083*** (0.0004)	0.8013*** (0.2480)	-0.0083*** (0.0004)	0.6646*** (0.2313)
L.Opacity	0.0033* (0.0018)	0.0031** (0.0014)	-0.0007*** (0.0002)	0.0064** (0.0032)	-0.0007*** (0.0002)	0.0064** (0.0028)
常数项	0.5004 (0.3709)	0.4364 (0.3116)	-0.0048 (0.0085)	0.7017 (0.5936)	-0.0048 (0.0084)	0.6517 (0.5291)
行业固定效应	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes
个股固定效应	Yes	Yes	No	No	No	No
月份固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
样本数	124044	124044		124044		124044
R ²	0.7582	0.7532		0.6816		0.6354

注：表中，估计系数下括号内的数值为估计系数的聚类标准误，*、**、***分别表示估计系数在10%、5%、1%的置信水平下显著。

如表3第2、第3列所示，在使用了固定效应模型控制了不可观测变量后，知情交易概率PIN的两个估计系数分别为2.4648和2.6280，均在1%的置信水平下显著为正，与前文的实证检验结果基本一致。此内生性问题的稳健性检验结果也表明：在控制了不可观测变量后，股市信息不对称对股价暴跌仍然会有显著的正向影响，股市信息不对称的程度越高，股价暴跌的程度也会越大。理论模型推导出的命题1也由此再度得以证实。

如表3第4、第6列所示，在控制了其他因素的情况下，融资融券标的股票Short的两个估计系数全部都在5%的置信水平下显著为负。此第一阶段的检验结果表明：融资融券标的股票Short与股市信息不对称显著负相关，融资融券标的股票Short确为有效的工具变量，可用于本文的内生性问题检验。再如表3第5、第7列所示，知情交易概率PIN的两个估计系数全部在10%的置信水平下显著为正，与前文的实证检验结果基本一致。理论模型推导出的命题1也由此再度得以证实。

综上，考虑到可能会存在内生性问题，本文使用固定效应模型和工具变量模型，在考虑内生性问题的前提下，再次考察了股市信息不对称对股价暴跌的影响，此内生性问题的稳健性检验结果与前文的实证结论一致，由此验证了实证结论的稳健性。

4. 其他稳健性检验

本文为了验证实证结果的稳健性还进行了两项稳健性检验^①：

(1) 由于用来计算知情交易概率 PIN 的对数似然函数是非线性函数，所以使用极大似然法来作最优估计可能会发生计算溢出等计算问题。基于既有文献，本文(1)根据 Gan et al. (2015) 计算了知情交易概率 G-PIN，(2) 根据 Yan and Zhang (2012) 计算了知情交易概率 Y-PIN，

(3) 根据 Ersan and Alici (2016) 计算了知情交易概率 E-PIN，从而改善了知情交易概率估计的准确性和有效性。本文进而在实证检验中使用知情交易概率 G-PIN、Y-PIN 和 E-PIN 来分别度量股市中的信息不对称风险，再次检验股市信息不对称对股价暴跌的影响。

(2) Chen et al. (2001)、Kim et al. (2011a、2011b) 使用收益负偏系数 Ncskew 和涨跌波动比率 Duvol 来刻画股价暴跌。本文因而也在实证检验中使用收益负偏系数 Ncskew 和涨跌波动比率 Duvol 来分别度量股价暴跌，再次检验股市信息不对称对股价暴跌的影响。

上述稳健性检验的结果与前文的实证检验结论相吻合，由此得以从不同的视角多番验证了本文实证结论的稳健性。

5. 区分股价异常波动区间的异质性检验

2015 年我国股市出现了异常波动，市场机制可能会发生变化，由此信息不对称程度对股价暴跌的影响可能会有所不同。因而，本文将总样本分为 2015 年前和年中两个分样本，分别检验股市信息不对称对股价暴跌的影响。区分股价异常波动区间的异质性检验结果详见表 4。

表 4 区分股价异常波动区间的异质性检验结果

变量	Frequency1.96	Frequency1.96	Frequency2.33	Frequency2.33
	2015 年前分样本	2015 年分样本	2015 年前分样本	2015 年分样本
PIN	0.6606*** (0.1773)	4.6384*** (0.9684)	0.8971*** (0.1379)	4.6103*** (0.9226)
L.Frequency1.96	0.0126 (0.0080)	0.1457*** (0.0109)		
L.Frequency2.33			0.0131** (0.0066)	0.1669*** (0.0104)
L.Return	1.3744*** (0.2196)	4.4545*** (0.2701)	0.8696*** (0.0724)	3.8087*** (0.2530)
L.Sigma	30.6658*** (1.5569)	82.4442*** (4.6744)	17.5705*** (1.0998)	72.8652*** (4.3451)
L.Lev	-0.0683*** (0.0130)	-0.1491 (0.1165)	-0.0347** (0.0087)	-0.1202 (0.0969)
L.BM	-0.0399*** (0.0062)	-0.1919*** (0.0627)	-0.0279*** (0.0045)	-0.2047*** (0.0505)
L.ROA	-0.3824*** (0.1387)	-1.5232 (0.9958)	-0.2394** (0.1077)	-1.5221 (0.9553)
L.Size	0.0134** (0.0065)	-0.2518*** (0.0825)	0.0110** (0.0051)	-0.2686*** (0.0706)
L.Turnover	0.5329*** (0.0295)	0.6223*** (0.0723)	0.3164*** (0.0232)	0.4934*** (0.0654)
L.Opacity	0.0035* (0.0021)	-0.4543** (0.2309)	0.0023 (0.0017)	-0.5757*** (0.2015)
常数项	-0.5688*** (0.0741)	13.4298*** (0.4687)	-0.3979*** (0.0529)	-0.0150 (0.3271)

① 稳健性检验的具体结果囿于篇幅而无法刊告，但已留存备索。

行业固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes
月份固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes
样本数	100004	24040	100004	24040
R ²	0.1333	0.7934	0.0740	0.7692
系数 Wald 检验	17.69***		17.38***	

注：表中，估计系数下括号内的数值为估计系数的聚类标准误，*、**、***分别表示估计系数在10%、5%、1%的置信水平下显著。

如表 4 所示，在控制了其他因素的情况下，无论在 2015 年前分样本抑或在 2015 年分样本，知情交易概率的估计系数都在 1%的置信水平下显著为正。本文进而对 2015 年前和年中两个分样本中知情交易概率的估计系数进行了 Wald 检验，其 Wald 检验结果 17.69 和 17.38，均在 1%的置信水平下显著。此异质性检验的结果表明：无论在正常时期抑或是在异常波动时期，信息不对称程度都对股价暴跌都产生了显著的正向影响，但影响的程度有所不同，在股价异常波动时期信息不对称程度对股价暴跌所产生的影响更大。

6. 不确定性的影响机制检验

前文的实证检验已得出结论：股市信息不对称对股价暴跌会有显著的正向影响，股市信息不对称的程度越高，股价暴跌的程度也会越大。但尚需进一步识别出股市信息不对称对股价暴跌的影响机制。为此，根据前文理论模型推导出的命题 2（即不确定性具有正向的放大效应），本文引入个股的不确定性指数以期识别出股市信息不对称对股价暴跌的影响机制。继而，本文将不确定性指数 Amb 以及此不确定性指数与两种知情交易概率的交互项 $PIN * Amb$ 一併引入实证模型中，旨在识别出股市信息不对称对股价暴跌的影响机制。影响机制识别的检验结果详见表 5。

表 5 不确定性的影响机制检验

变量	Frequency1.96	Frequency2.33
PIN	2.3380*** (0.2712)	2.4651*** (0.2446)
PIN*Amb	0.2150** (0.0991)	0.1802** (0.0907)
Amb	0.0124*** (0.0036)	0.0075** (0.0032)
L.Frequency1.96	0.1127*** (0.0084)	
L.Frequency2.33		0.1529*** (0.0093)
L.Return	2.3535*** (0.1729)	1.4822*** (0.1487)
L.Sigma	44.1556*** (1.9324)	30.4025*** (1.7190)
L.Lev	-0.0932*** (0.0311)	-0.0571** (0.0245)
L.BM	-0.0566*** (0.0113)	-0.0359*** (0.0096)
L.ROA	-2.1583*** (0.3650)	-1.7550*** (0.2981)
L.Size	-0.0659*** (0.0230)	-0.0720*** (0.0195)
L.Turnover	0.4753*** (0.0322)	0.3004*** (0.0270)

L.Opacity	0.0325*** (0.0055)	0.0265*** (0.0045)
常数项	-0.7312*** (0.0821)	-0.5366*** (0.0765)
行业固定效应	Yes	Yes
月份固定效应	Yes	Yes
样本数	108548	108548
R ²	0.7533	0.7494

注：表中，估计系数下括号内的数值为估计系数的聚类标准误，*、**、***分别表示估计系数在10%、5%、1%的置信水平下显著。

如表 5 所示，在控制了其他因素的情况下，知情交易概率 PIN 的两个估计系数全部都在 1%的置信水平下显著为正。此检验结果与前文的实证结果一致，前文理论模型推导出的命题 1 也由此再度得以证实。

再如表 5 所示，在控制了其他因素的情况下，知情交易概率 PIN 与不确定性指数 Amb 的交互项 PIN*Amb 的两个估计系数均在 5%的置信水平下显著为正。交互项的两个估计结果都表明：不确定性与股市信息不对称对股价暴跌的影响显著正相关，即不确定性在股市信息不对称对股价暴跌的影响中具有正向的放大效应，股市中的不确定性越大，股市信息不对称对股价暴跌的影响也会越大。由此得以识别出了股市信息不对称对股价暴跌的影响机制，并由此得以证实了前文理论模型所推导出的命题 2。

五、 研究结论与政策建议

本文基于不确定性的视角，从理论建模和实证检验两个维度系统地考察和研究了股市信息不对称和股价暴跌之间的关系，并得出结论：股市信息不对称对股价暴跌会有正向的影响，股市中信息不对称的程度越高，股价暴跌的程度也会越大，且此等正向的影响会随着不确定性的增大而增大。

本文首先在理性预期均衡的框架内构建了市场微观结构的理论模型，并在模型中引入了不确定性，由此得以从不确定性的视角考察和研究了股市信息不对称和股价暴跌之间的关系，进而得出了理论模型的两个命题：（1）股市信息不对称对股价暴跌会有正向的影响，股市中信息不对称的程度越高，股价暴跌的程度也会越大；（2）不确定性具有放大效应，股市中的不确定性越大，股市信息不对称对股价暴跌的影响也会越大。这两个命题背后的基本逻辑是：由于股市中广泛存在着不确定性，因而股市中的部分交易者会惧于不确定性而谨慎交易，于是股市中的交易流动性便会由此而大幅度萎缩；在股市交易流动性严重不足的情况下，一个负面的私有信息扰动会引发股价下跌或引发股价暴跌；且股市中信息不对称的程度越高，负面私有信息导致股价下跌或股价暴跌的幅度也会越大；而且股市中的不确定性越大，交易者便越发不愿意参与股市交易，股市中便会越发缺乏交易流动性，于是股市信息不对称对股价暴跌的影响也会越大。

本文继而以 A 股市场 2010 年 7 月至 2015 年 12 月的个股分笔高频数据为样本，计算了 A 股市场股票的知情交易概率，用于度量股市信息不对称的程度，并以知情交易概率实证检

验了股市信息不对称对股价暴跌的影响。实证结果表明：股市信息不对称对股价暴跌会有显著的正向影响，股市中信息不对称的程度越高，股价暴跌的程度也会越大。本文还考虑到可能会存在内生性问题，以样本股票是否已被选定为沪深 300 股指期货的标的指数成份股作为工具变量，再度验证了实证检验结论的稳健性。

本文进而还根据证券分析师的预测数据构建了 A 股市场个股的不确定性指数来度量股市中的不确定性，并基于此不确定性指数来识别股市信息不对称对股价暴跌的影响机制，得以发现：不确定性在股市信息不对称对股价暴跌的影响中具有正向的放大效应，即股市中的不确定性越大，股市信息不对称对股价暴跌的影响也会越大。

基于上述研究结论，本文认为：切实降低股市中信息不对称的程度，切实改善中小投资者的信息劣势地位，可缩小股价暴跌的幅度，可减少股价暴跌的发生频次，有助于维护股市的正常运行和健康发展，有助于防范证券市场可能会发生的系统性金融风险。为此，本文建议：（1）畅通投资者获取真实股市信息的渠道，增加投资者获取真实股市信息的途径，严惩凭空捏造恶意传播虚假股市信息的行为；（2）完善上市公司的信息披露制度，规范上市公司的信息披露行为，强化对上市公司信息披露的监管，督促上市公司依法依规客观及时完整地披露应予公开的信息，严惩上市公司信息虚报、信息瞒报和信息压制的行为，籍以切实降低股市中信息不对称的程度；（3）告诫机构投资者不得滥用其信息优势操纵市场违法牟利，严惩此等违规利用信息优势损害中小投资者利益的行为，籍以保护处于信息劣势地位的中小投资者；（4）提醒广大中小投资者充分意识到其在股市中的信息劣势地位，劝导广大中小投资者在信息不对称的股市中谨慎投资理性交易，教育广大中小投资者警惕股价暴跌风险避免在股价暴跌时遭受重大损失。

参考文献

1. Garber, P. M. "Crashes", in Peter and John Eatwell (eds.), *New Palgrave Dictionary of Money and Finance*, Macmillan, London.[C]. Patents Finance, 1992.
2. Brunnermeier M K. Asset Pricing under Asymmetric Information: Bubbles, Crashes, Technical Analysis, and Herding [J]. *OUP Catalogue*, 2010, 112(483):F571-F572.
3. 陈国进, 张贻军, 王磊. 股市崩盘现象研究评述[J]. *经济学动态*, 2008 (011):116-120.
Chen Guojin, Zhang Yijun, Wang Lei, A Review of Stock Market Crash [J]. *Economic Perspectives*, 2008 (011):116-120. (in Chinese)
4. Andreou P C , Christodoulos L , Petrou A P . CEO Age and Stock Price Crash Risk [J]. *Review of Finance*(3): 1287-1325.
5. Ertugrul M , Lei J , Qiu J , et al. Annual Report Readability, Tone Ambiguity, and the Cost of Borrowing[J]. *Journal of Financial & Quantitative Analysis*, 2016, 52(2):811-836.
6. Cao X , Wang Y , Zhou S . Anti-corruption Campaigns and Corporate Information Release in China[J]. *Journal of Corporate Finance*, 2018, 49:186-203.
7. 许年行,江轩宇,伊志宏,徐信忠.分析师利益冲突、乐观偏差与股价崩盘风险[J].*经济研究*,2012,47(07):127-140.
Xu Nianxing, Jiang Xuanyu, Yi Zhihong, Xu Xinzong. Conflicts of Interest, Analyst Optimism and Stock Price Crash Risk[J]. *Economic Research Journal*, 2012,47(07):127-140. (in Chinese)
8. 权小锋,吴世农,尹洪英.企业社会责任与股价崩盘风险:“价值利器”或“自利工具”?[J].*经济研究*, 2015,50(11):49-64.

- Quan Xiaofeng, Wu Shinong, Yin Hongying. Corporate social responsibility and stock price crash risk: Self-interest tool or value strategy? [J]. Economic Research Journal, 2015,50(11):49-64. (in Chinese)
9. 权小锋,肖斌卿,吴世农.投资者关系管理能够稳定市场吗?——基于 A 股上市公司投资者关系管理的综合调查[J].管理世界,2016(01):139-152+188.
Quan Xiaofeng, Xiao Binqin, Wu Shinong. Can Investor Relations Management Stabilize the Stock Market? [J]. Management World, 2016(01):139-152+188. (in Chinese)
 10. 宋献中,胡珺,李四海.社会责任信息披露与股价崩盘风险——基于信息效应与声誉保险效应的路径分析[J].金融研究,2017(04):161-175.
Song Xianzhong, Hu Jun, Li Sihai. Corporate Social Responsibility Disclosure and Stock Price Crash Risk: Based on Information Effect and Reputation Insurance Effect [J]. Finance Research, 2017(04):161-175. (in Chinese)
 11. 田利辉,王可第.社会责任信息披露的“掩饰效应”和上市公司崩盘风险——来自中国股票市场的 DID-PSM 分析[J].管理世界,2017(11):146-157.
Tian Lihui, Wang Kedi. Masking Effect of Corporate Social Responsibility Information Disclosure and Stock Crash Risk: DID-PSM Analysis from the Chinese Stock Market [J]. Management World, 2017(11):146-157. (in Chinese)
 12. 蒋德权,姚振晔,陈冬华.财务总监地位与企业股价崩盘风险[J].管理世界,2018,34(03):153-166.
Jiang Dequan, Yao Zhenye, Chen Donghua. Status Ranking of Chief Financial Officer and Stock Price Crash Risk [J]. Management World, 2018,34(03):153-166. (in Chinese)
 13. 史永东,杨瑞杰.是谁影响了股价下行风险:有形信息 VS 无形信息[J].金融研究,2018(10):189-206.
Shi Yongdong, Yang Ruijie. What has Influenced the Risk of Stock Price Crashes: Tangible Information vs Intangible Information[J]. Finance Research, 2018(10):189-206. (in Chinese)
 14. 彭俞超,倪晓然,沈吉.企业“脱实向虚”与金融市场稳定——基于股价崩盘风险的视角[J].经济研究,2018,53(10):50-66.
Peng Yuchao, Ni Xiaoran, Shen Ji. The Effect of Transforming the Economy from Substantial to Fictitious on Financial Market Stability: An Analysis on Stock Price Crash Risk [J]. Economic Research Journal, 2018,53(10):50-66. (in Chinese)
 15. 易志高,李心丹,潘子成,茅宁.公司高管减持同伴效应与股价崩盘风险研究[J].经济研究,2019,54(11):54-70.
Yi Zhigao, Li Xindan, Pan Zicheng, Mao Ning. The Peer Effects of Managers' Stock Selling and Stock Price Crash Risk[J]. Economic Research Journal, 2019,54(11):54-70. (in Chinese)
 16. 钟宇翔,李婉丽.盈余信息与股价崩盘风险——基于盈余平滑的分解检验[J].管理科学学报,2019,22(08):88-107.
Zhong Xiangyu, Li Wanli. Earnings Information and Crash Risk: Evidence from Decomposing Tests of Income Smoothing [J]. Journal of Management Sciences in China, 2019,22(08):88-107. (in Chinese)
 17. 姜付秀,申艳艳,蔡欣妮,姜禄彦.多个大股东的公司治理效应:基于控股股东股权质押视角[J].世界经济,2020,43(02):74-98.
Jiang Fuxiu, Shen Yanyan, Cai Xinni, Jiang Luyan. Corporate Governance Effects of Multiple Blockholders: A Perspective from Controlling Shareholders' Share Pledge [J]. World Economy, 2020, 43(02):74-98. (in Chinese)
 18. Romer D . Rational Asset Price Movements without News [J]. American Economic Review, 1993, 83(5): 1112-1130.
 19. Lee I. H. Market Crashes and Informational Avalanches [J]. Review of Economic Studies, 1998, 65(4):741-759.
 20. Cao H H , Coval J D, Hirshleifer D A. Sidelined Investors, Trading-Generated News, and Security Returns [J]. Review of Financial Studies, 2002, 15(2):615-648.
 21. Yuan K . Asymmetric Price Movements and Borrowing Constraints: A Rational Expectations Equilibrium Model of Crises, Contagion, and Confusion [J]. Journal of Finance, 2005, 60(1): 379-411.
 22. 徐飞,花冯涛,李强谊.投资者理性预期、流动性约束与股价崩盘传染研究[J].金融研究,2019(06):169-187.

- Xu Fei, Hua Fengtao, Li Qiangyi, Investors' Rational Expectations, Liquidity Constraints, and Stock Price Crash Contagion [J]. *Finance Research*, 2019(06):169-187. (in Chinese)
23. Grossman, Sanford J. An Analysis of the Implications for Stock and Futures Price Volatility of Program Trading and Dynamic Hedging Strategies [J]. *The Journal of Business*, 1988, 61(3):275-298.
 24. Genotte G, Leland H. Market Liquidity, Hedging, and Crashes[J]. *American Economic Review*, 1990, 80(5):999-1021.
 25. Barlevy G, Veronesi P. Rational Panics and Stock Market Crashes[J]. *Journal of Economic Theory*. 2003, 110(2): 234-263.
 26. 王义中,宋敏.宏观经济不确定性、资金需求与公司投资[J].*经济研究*,2014,49(02):4-17.
Wang Yizhong, Song Min, Macroeconomic Uncertainty, Demand for Financing and Corporate Investment [J]. *Economic Research Journal*, 2014,49(02):4-17. (in Chinese)
 27. 陈德球,陈运森.政策不确定性与上市公司盈余管理[J].*经济研究*,2018,53(06):97-111.
Chen Deqiu, Chen Yunsen, Policy Uncertainty and Earnings Management by Listed Companies [J]. *Economic Research Journal*, 2018,53(06):97-111. (in Chinese)
 28. O'Hara M. Optimal Microstructures [J]. *European Financial Management*, 2007, 13(5):825-832.
 29. Easley D, O'Hara M. Ambiguity and Nonparticipation: The Role of Regulation [J]. *Review of Financial Studies*, 2009, 22(5):1817-1843.
 30. Easley, D, O'Hara, M. Microstructure and Ambiguity [J]. *The Journal of Finance*, 2010, 65(5): 1817-1846.
 31. Huang H H, Zhang S, Zhu W. Limited Participation under Ambiguity of Correlation[J]. *Journal of Financial Markets*, 2017, 32(1): 97-143.
 32. 何俊勇,张顺明.在相关系数暧昧环境下的市场微观结构研究[J].*中国管理科学*,2018,26(04):139-154.
He Junyong, Zhang Shunming, Market Microstructure under Ambiguity of Correlation [J]. *Chinese Journal of Management Science*, 2017, 32(1): 97-143. (in Chinese)
 33. Easley, D., O'Hara, M., Yang, L. Opaque Trading, Disclosure, and Asset Prices: Implications for Hedge Fund Regulation [J]. *The Review of Financial Studies*, 2014, 27(4): 1190-1237.
 34. Grossman S J, Stiglitz J E. On the Impossibility of Informationally Efficient Markets [J]. *American Economic Review*, 1980, 70(3):393-408
 35. Verrecchia, R. E. Information Acquisition in a Noisy Rational Expectations Economy [J]. *Econometrica*, 1982, 9(3): 1415-1430.
 36. Wang, J. A Model of Competitive Stock Trading Volume [J]. *Journal of Political Economy*, 1994, 102(1): 127-168.
 37. Knight, F. H. Risk, Uncertainty and Profit [M]. Houghton Mifflin Company, 1921. (中译本: F.H.奈特, 安佳. 风险、不确定性与利润[M]. 商务印书馆, 2009.)
 38. Keynes J M. The General Theory of Employment [J]. *Quarterly Journal of Economics*, 1937, 51(2):209--223.
 39. 吴卫星,付晓敏.信心比黄金更重要?——关于投资者不确定性感受和资产价格的理论分析[J].*经济研究*,2011,46(12):32-44.
Wu Weixing, Fu Xiaomin, Confidence Is More Valuable than Money: A Theoretical Analysis on Investors' Attitude toward Uncertainty and Asset Prices [J]. *Economic Research Journal*, 2011,46(12):32-44. (in Chinese)
 40. Dow, J., da Costa Werlang, S. R. Uncertainty Aversion, Risk Aversion and the Optimal Choice of Portfolio [J]. *Econometrica*, 60(1): 197-204
 41. Mankiw N G, Zeldes S P. The Consumption of Stockholders and Nonstockholders [J]. *Journal of Financial Economics*, 1990, 29(1):97-112.
 42. [Chen J., Hong H. and Stein J. C., Forecasting Crashes: Trading Volume, Past Returns and Conditional Skewness in Stock Prices \[J\]. *Journal of Financial Economics*, 2001, 61\(3\):345-381.](#)
 43. [Marin, J. M., Olivier J. P., The Dog That Did Not Bark: Insider Trading and Crashes \[J\]. *The Journal of Finance*, 2008, 63\(5\):2429-2476.](#)
 44. [Piotroski, J. D., Wong, T. J. and Zhang, T., Political Incentives to Suppress Negative Information: Evidence from Chinese Listed Firms \[J\]. *Journal of Accounting Research*, 2015, 53\(2\): 405-459.](#)

45. 陈国进,张贻军.异质信念、卖空限制与我国股市的暴跌现象研究[J]. 金融研究,2009(04):80-91.
Chen Guojin and Zhang Yijun, Difference of Opinion, Short-sell Constraints and Stock Price Crash in Chinese Stock Market [J]. Finance Research, 2009(04):80-91. (in Chinese)
46. 丁慧,吕长江,陈运佳.投资者信息能力:意见分歧与股价崩盘风险——来自社交媒体“上证 e 互动”的证据[J].管理世界,2018,34(09):161-171.
Ding Hui, Lv Changjiang and Chen Yunjia, Investor Information Capability, Difference of Opinion and Stock Price Crash Risk: Evidence from SSE E-Interaction [J]. Management World, 2018,34(09):161-171. (in Chinese)
47. 赵静,黄敬昌,刘峰.高铁开通与股价崩盘风险[J].管理世界,2018,34(01):157-168+192.
Zhao Jing, Huang Jingchang and Liu Feng, China High-Speed Railways and Stock Price Crash Risk [J]. Management World, 2018,34(01):157-168+192. (in Chinese)
48. Easley D , Kiefer N M , O'Hara M , Paperman J B . Liquidity, Information, and Infrequently Traded Stocks [J]. The Journal of Finance, 1996, 51(4):1405-1436.
49. Aktas N , Bodt E D , Declerck F , et al. The PIN Anomaly around M&A Announcements [J]. Journal of Financial Markets, 2007, 10(2):169-191.
50. 杨之曙,姚松瑶.沪市买卖价差和信息性交易实证研究[J].金融研究,2004(04):45-56.
Yang Zhishu, Yao Songyao, An Empirical Study on Bid-ask Spread and Information-based Trading [J]. Finance Research, 2004(04):45-56. (in Chinese)
51. 屈文洲,谢雅璐,叶玉妹.信息不对称、融资约束与投资——现金流敏感性——基于市场微观结构理论的实证研究[J].经济研究,2011,46(06):105-117.
Qu Wenzhou, Xie Yalu, Ye Yumei, Information Asymmetry and Investment-Cash Flow Sensitivity: An Empirical Research Based on Market Microstructure Theory [J]. Economic Research Journal,2011,46(06):105-117. (in Chinese)
52. 刘红忠,毛杰,邓东升.融资融券交易对股市信息不对称风险的影响——基于知情交易概率 PIN 的分析[C].首届中国金融学者论坛会议论文,2018.
Liu Hongzhong, Mao Jie, Deng Dongsheng, Effects of Margin Buying and Short Selling on Information Asymmetry Risk in Equity Market [C]. 1st Chinese Financer Forum. (in Chinese)
53. Easley D, Prado M M L D, O'Hara M. The Microstructure of the "Flash Crash": Flow Toxicity, Liquidity Crashes, and the Probability of Informed Trading [J]. The Journal of Portfolio Management, 2011, 37(2): 118-128.
54. Easley D, Prado M M L D, O'Hara M. The Volume Clock: Insights into the High-Frequency Paradigm [J]. Journal of Portfolio Management, 2012a, 39(1): 19-29.
55. Easley D , Marcos M. López de Prado, O'Hara M . Flow Toxicity and Liquidity in a High-frequency World [J]. Review of Financial Studies, 2012b, 25(5): 1457-1493.
56. O'Hara M . High Frequency Market Microstructure[J]. Journal of Financial Economics, 2015, 116(2):257-270.
57. Anderson E W, Ghysels E, Juergens J L. The Impact of Risk and Uncertainty on Expected Returns [J]. Journal of Financial Economics, 2009, 94(2):233-263.
58. Antoniou C, Harris R D F, Zhang R. Ambiguity Aversion and Stock Market Participation: An Empirical Analysis [J]. Journal of Banking & Finance, 2015, 58(9):57-70.
59. Hutton A P, Marcus A J, Tehranian H. Opaque Financial Reports, R2, and Crash Risk [J]. Journal of Financial Economics, 2009, 94(1):67-86.
60. Kim J B, Li Y, Zhang L. CFOs versus CEOs: Equity Incentives and Crashes [J]. Journal of Financial Economics, 2011a, 101(3): 713-730.
61. Kim J B, Li Y, Zhang L. Corporate Tax Avoidance and Stock Price Crash Risk: Firm-level Analysis [J]. Journal of Financial Economics, 2011b, 100(3): p639-662.
62. 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(07):31-43.
Xu Nianxing, Yu Shangyao, Yi Zhihong, Institutional Investor Herding and Stock Price Crash Risk [J]. Management World, 2013(07):31-43. (in Chinese)
63. 杨威,冯璐,宋敏,李春涛.锚定比率可以衡量股价高估吗? ——基于崩盘风险视角的经验证据[J].管理世界,2020,36(01):167-186+241.
Yang Wei, Feng Lu, Song Min, Li Chuntao, Can the Reference Point Ratio Measure Stock Price Overvaluation? Evidence from Stock Crash Risk [J]. Management World, 2020, 36(01): 167-186+241. (in Chinese)

64. Lee C, Ready M J. Inferring Trade Direction from Intraday Data [J]. Journal of Finance, 1991, 4(2): 733-746.
65. Gan Q, Wei W C, Johnstone D. A Faster Estimation Method for the Probability of Informed Trading Using Hierarchical Agglomerative Clustering [J]. Quantitative Finance, 2015, 15(11): 1805-1821.
66. Yan Y, Zhang S. An Improved Estimation Method and Empirical Properties of the Probability of Informed Trading [J]. Journal of Banking & Finance, 2006, 36(2):454-467.
67. Ersan O, Alici A, An Unbiased Computation Methodology for Estimating the Probability of Informed Trading (PIN) [J]. Journal of International Financial Markets, Institutions and Money, 2016, 43(6): 74-94.

附录

1. 替换股市信息不对称指标的稳健性检验

表 6 替换股市信息不对称指标的稳健性检验结果

变量	Frequency1.96	Frequency1.96	Frequency1.96	Frequency2.33	Frequency2.33	Frequency2.33
G-PIN	2.9453*** (0.1531)			2.5621*** (0.1386)		
Y-PIN		2.7944*** (0.1154)			2.3618*** (0.1022)	
E-PIN			2.0610*** (0.1419)			1.8276*** (0.1264)
L.Frequency1.96	0.1313*** (0.0088)	0.1321*** (0.0087)	0.1317*** (0.0088)			
L.Frequency2.33				0.1647*** (0.0092)	0.1657*** (0.0091)	0.1653*** (0.0092)
L.Return	1.8714*** (0.2118)	1.8617*** (0.2050)	1.8544*** (0.2100)	1.3538*** (0.1004)	1.3471*** (0.0978)	1.3375*** (0.0996)
L.Sigma	38.9188*** (1.8362)	38.8185*** (1.8409)	38.6714*** (1.8353)	27.6223*** (1.5155)	27.5761*** (1.5275)	27.3727*** (1.5179)
L.Lev	-0.1072*** (0.0235)	-0.1093*** (0.0233)	-0.1019*** (0.0214)	-0.0731*** (0.0166)	-0.0745*** (0.0165)	-0.0686*** (0.0150)
L.BM	-0.0401*** (0.0102)	-0.0454*** (0.0104)	-0.0398*** (0.0102)	-0.0257*** (0.0086)	-0.0300*** (0.0088)	-0.0255*** (0.0086)
L.ROA	-0.6467** (0.2715)	-0.6786** (0.2940)	-0.6448** (0.2724)	-0.5225** (0.2350)	-0.5491** (0.2545)	-0.5209** (0.2355)
L.Size	-0.0716*** (0.0230)	-0.0778*** (0.0245)	-0.0711*** (0.0227)	-0.0778*** (0.0202)	-0.0831*** (0.0215)	-0.0773*** (0.0197)
L.Turnover	0.4946*** (0.0293)	0.4890** (0.0293)	0.4877*** (0.0295)	0.3079*** (0.0244)	0.3027*** (0.0244)	0.3022*** (0.0246)
L.Liquidity	0.0075* (0.0042)	0.0080* (0.0046)	0.0075* (0.0042)	0.0064* (0.0036)	0.0069* (0.0039)	0.0064* (0.0037)
常数项	-1.0142*** (0.0783)	-1.1496*** (0.0861)	-0.8718*** (0.0803)	-0.7666*** (0.0693)	-0.8736*** (0.0758)	-0.6452*** (0.0719)
行业固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
月份固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
样本数	129797	129797	129797	129797	129797	129797
R ²	0.7611	0.7607	0.7600	0.7557	0.7552	0.7547

注：表中，估计系数下括号内的数值为估计系数的聚类标准误，*、**、***分别表示估计系数在10%、5%、1%的置信水平下显著。

2. 替换股价暴跌指标的稳健性检验

表 7 替换股价暴跌指标的稳健性检验结果

变量	Ncskew	Duvol
PIN	0.2536*** (0.0522)	0.3250*** (0.0472)
L.Ncskew	0.0039 (0.0029)	
L.Duvol		0.0098*** (0.0030)

L.Return	0.0628*** (0.0171)	0.0593*** (0.0189)
L.Sigma	0.8143*** (0.2978)	1.1195*** (0.2579)
L.Lev	-0.0060 (0.0073)	-0.0066 (0.0055)
L.BM	-0.0087*** (0.0025)	-0.0094*** (0.0023)
L.ROA	-0.0345 (0.0282)	-0.0358* (0.0211)
L.Size	0.0033 (0.0040)	0.0008 (0.0030)
L.Turnover	0.0148*** (0.0048)	0.0169*** (0.0041)
L.Opacity	0.0001 (0.0004)	-0.0002 (0.0003)
常数项	-0.3100*** (0.0282)	-0.4248*** (0.0276)
行业固定效应	Yes	Yes
月份固定效应	Yes	Yes
样本数	110025	109937
R ²	0.0279	0.0454

注：表中，估计系数下括号内的数值为估计系数的聚类标准误，*、**、***分别表示估计系数在10%、5%、1%的置信水平下显著。