

# 股市流动性踩踏危机的形成机理与应对机制<sup>①</sup>

韦立坚<sup>1,2</sup>, 张维<sup>3,4</sup>, 熊熊<sup>3,4</sup>

(1. 中山大学管理学院, 广州 510275; 2. 中山大学高级金融研究院, 广州 510275;  
3. 天津大学管理与经济学部, 天津 300072; 4. 中国社会计算研究中心, 天津 300072)

**摘要:** 中国股票市场 2015 年出现的股市异常波动在金融活动中属于一类由严重流动性缺失而导致的恐慌性踩踏现象, 探索其中的机理具有典型的学术和实践意义. 本文基于“情景-应对”型风险管理思想、利用计算实验生成各种风险“情景”, 揭示了高杠杆融资在投资者非理性行为和中国市场微观机制作用下引致股市流动性踩踏危机的机理. 计算实验的结果刻画了 2015 年中国股市流动性危机中连续单边暴跌、流动性缺失大面积传染和危机后持续震荡的三个典型特征. 实验表明融资杠杆在投资者的技术分析策略和适应性转换动态资产配置作用下, 对市场泡沫的形成与破灭起到推波助澜的作用, 并引起个股板块联动和流动性缺失传染, 最终导致连锁强行平仓, 从而引发了流动性踩踏危机; 连续竞价的订单簿撮合机制和涨跌幅限制在股灾中加剧了流动性踩踏危机. 据此, 本文提出了保持低融资杠杆、引入临时做市商提供紧急流动性、通过大宗交易系统收购强行平仓头寸等应对措施来缓释流动性踩踏危机的新机制.

**关键词:** 流动性危机; 计算实验; 融资杠杆; 情景-应对; 体系性风险管理

**中图分类号:** C93; F830.91 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-9807(2017)03-0001-23

## 0 引言

2015 年中国股市发生了罕见的股灾与绝大部分股票同时跌停的流动性踩踏危机. 所谓“流动性踩踏”是这样一种现象: 在市场下跌过程中, 投资者争先恐后抛售手中的股票(或被强行平仓); 与此同时, 市场缺乏交易对手, 股票难以卖出导致股价进一步暴跌又引发更多的投资者抛售(或被强行平仓), 如此连锁反应并形成恶性循环. 与之对应的学术概念即为一种因流动性缺失而产生的风险或危机(liquidity crash, 或 liquidity meltdown, 见 Huang 和 Wang<sup>[1]</sup>). 诚如 O'Hara<sup>[2]</sup>所言, “流动性就是一切”, 当市场缺乏流动性的时候, 就会产生市场失灵. 事实上, 本次股灾中有

1 600 多家上市公司停牌(占上市公司的近一半), 新股发行也被迫暂停, 做空被严格限制, 市场已经不再具有正常的资源配置和价格发现的功能. 因此流动性踩踏危机是股票市场最严重的风险事件, 甚至会导致市场“休克”. 关于此次股灾的形成机理众说纷纭, 各种传言甚至阴谋论纷飞. 政府在股灾中分阶段采取了多项干预措施但效果存在很大差异, 引发对干预措施的争议. 造成众多对股灾猜测及救市措施有效性争议的背后是对此次股灾中流动性踩踏危机的形成机理认识不清, 缺乏科学的分析依据. 2015 年 11 月清华大学国家金融研究院发布了《完善制度设计, 提升市场信心——建设长期健康稳定发展的资本市

<sup>①</sup> 收稿日期: 2016-01-04; 修订日期: 2016-03-28.

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(71320107003; 71532009; 71671191); 中山大学高校基本科研业务费资助项目(16WKPY06); 天津市教委社会科学重大项目(2014ZD13). 本文入选“第十三届全国青年管理科学与系统科学学术会议(2015年, 西安)优秀论文、第四届应急管理科学家论坛 & 金融风险管理论坛(2015年, 广州)优秀论文”.

作者简介: 韦立坚(1981-), 广西岑溪人, 博士, 助理教授. Email: weilj5@mail.sysu.edu.cn

场》<sup>[3]</sup>的研究报告,初步剖析了股灾的成因和提出一些建议,有助于深化对股灾的认识,但也引发一些争议<sup>②</sup>。这是由于该报告是基于经验总结和简单统计做出的分析,尚缺乏根据中国金融市场特征进行科学的建模分析与实证研究,提出的政策建议也需要更深入的检验。本文基于“情景-应对”型风险管理思想,通过计算实验建模手段分析了流动性踩踏危机的形成机理,并由此探索长效的应对措施,以图填补已有研究空白<sup>③</sup>。

2015 年中国股票市场上演的“流动性踩踏危机”同时具有三个鲜明的特点:1) 危机中价格单边大幅下跌;2) 危机中股票联动和流动性缺失传染,即绝大多数股票同时跌停,订单簿被清空,流动性缺失由创业板向中小板、继而主板逐步传染,市场整体因流动性枯竭而崩塌;3) 危机后持续震荡,恢复缓慢,即流动性危机对市场影响是一个长久过程,而不是市场暂时或瞬时失灵。历史上,中国市场 2007 年 10 月从 6 124 点开始的大跌以及美国股市 2010 年 5 月 6 日的闪电暴跌都不同时具备这三个特征。

对文献的分析表明,已有的理论在解释这样的流动性踩踏危机现象中还存在一定的局限性。市场微观结构理论一般假设投资者风险中性,因此假定投资者下单量为 1 单位或给定一个随机量,不考虑下单量的内生变化对市场带来的流动性冲击<sup>[4]</sup>,因而难以分析上述流动性踩踏危机。仅有少量研究从三方面开展了初步探索。一是内生性流动性缺失引致的市场崩溃,如 Huang 和 Wang<sup>[1]</sup>基于单一资产建模,提出市场摩擦导致市场必然出现内生性的流动性需求而产生流动性风险,但没有刻画流动性缺失在市场间的传染;Cespa 和 Foucault<sup>[5]</sup>从流动性提供者的学习角度分析了流动性缺失的传染,其模型解释了美股闪电暴跌等快速恢复的短暂流动性危机,但未能刻画流动性踩踏的长久影响。二是融资杠杆对市场流动

性的冲击,如 Brunnermeier 和 Pedersen<sup>[6]</sup>,Geanakoplos<sup>[7]</sup>,Thurner 等<sup>[8]</sup>,Yan 等<sup>[9]</sup>以及 Pintus 和 Wen<sup>[10]</sup>等分析了融资杠杆与保证金机制对市场波动性和流动性的影响,如泡沫崩盘周期的形成、波动聚集的特征以及强行平仓对流动性的冲击,吴术、张兵和李心丹<sup>[11]</sup>则指出融资融券杠杆在一定条件下能够提高市场有效性。三是市场交易者的非理性行为导致的泡沫生成和破灭,如 Chiarella 等<sup>[12]</sup>发现,投资者特定的技术分析策略能导致市场订单簿出现“空洞”(流动性缺失的一种特殊表现),并引致市场出现泡沫与崩盘,从而揭示了连续竞价的订单簿撮合机制会在投资者非理性行为作用下产生流动性缺失。Hommes 和 Wagener<sup>[13]</sup>指出,当投资者采用 Brock 和 Hommes<sup>[14]</sup>提出的适应性转换模式在多种策略(如基本面、趋势跟随、趋势反转和噪音等)之间进行转换时,市场会出现泡沫与崩盘。陈莹、袁建辉和李心丹等<sup>[15]</sup>发现协同羊群行为能引发股票价格泡沫或崩溃。Schmitt 和 Westerhoff<sup>[16]</sup>发现投资者的投机行为在小道消息、政治传闻和情绪等共同因素作用下,会导致多资产市场之间出现联动效应,并在技术面和基本面策略转换作用下导致泡沫与崩盘。尽管上述模型尚不能同时诠释这次股灾中流动性踩踏危机的三个特征,但却为本文提供了研究视角的启示,即可以从市场微观机制、融资杠杆和投资者非理性行为三个角度分析流动性踩踏危机。

本文根据“情景-应对”型风险管理思想,利用计算实验生成各种融资杠杆引致的风险“情景”,通过情景观察和数据分析,揭示了高杠杆融资在投资者非理性行为和中国市场微观机制作用下引致流动性踩踏危机的机理,并探讨长效的应对措施。本文的理论贡献是在多资产情形和中国特定的市场微观机制下,将投资者非理性和杠杆

② 例如英国的《金融时报》中文网就指出“清华股灾报告混淆了 A 股暴涨暴跌的原因”,详见 [http://stock.jrj.com.cn/invest/2015/11/25164820133678.shtml?\\_t\\_t\\_t=0.8182855928316712](http://stock.jrj.com.cn/invest/2015/11/25164820133678.shtml?_t_t_t=0.8182855928316712)。

③ 需要指出的是,本文研究始于 2015 年 4 月在中证资本市场运行统计监测中心(中证监测)开展的“融资融券杠杆风险专项研究”课题,并于 2015 年 6 月 27 日取得初步分析结果,2015 年 7 月 9 日作者在中证监测做了专题报告。有关的核心内容于 2015 年 8 月~9 月已经形成研究报告并提交有关监管机构。2015 年 8 月 22 日,本文第一次在第 13 届金融系统工程暨金融风险国际会议公开报告。据作者所知,本文是第一次对股灾流动性踩踏危机的形成机理做出科学建模分析。

交易行为与市场流动性缺失联系起来,形成了对于“流动性踩踏危机”的机理解释.

1) 高杠杆融资在投资者的技术分析策略和适应性转换的动态资产配置作用下对资产泡沫的形成与破灭起到推波助澜作用,并导致连锁强行平仓从而引发了流动性踩踏危机.

2) 连续竞价的订单簿撮合机制和涨跌幅限制在股灾中加剧了流动性踩踏危机.

3) 模型同时刻画了 2015 年中国股灾中流动性踩踏危机的三个特征.

同时,上述研究结果对于流动性踩踏危机的风险管理提供了重要启示,即每个机构自身看似完善的风险管理措施(例如强行平仓机制),可能恰恰在联合的意义上导致了整个股票市场的体系性风险(systemic risk).从完善市场微观制度的角度看,保持低融资杠杆、引入临时做市商提供紧急流动性、通过大宗交易系统收购强行平仓头寸是缓释流动性踩踏危机的长效

应对措施.

### 1 基于计算实验的“情景-应对”风险管理思想

中国市场的投资者行为复杂,又采用连续竞价的订单簿撮合机制以及一系列的特殊市场微观机制(如涨跌幅限制和 T + 1 交易等),难以用数理模型求解<sup>[17]④</sup>;同时,集结层面的实证数据难以对各种因素进行分离,基于静态数据的压力测试也难以分析流动性踩踏的动态过程.计算实验则将金融市场视为一个复杂演化金融系统,采用自底向上建模方法,有效解决这一难题.计算实验是通过计算模型描述系统中微观主体的行为特征及其相互关联演化、以及环境背景,从而模拟系统的基本运动并在此基础上实验分析系统的集结行为与演化规律的一种科学研究方法<sup>[18,19]</sup>.计算实验的建模机理如图 1 所示.

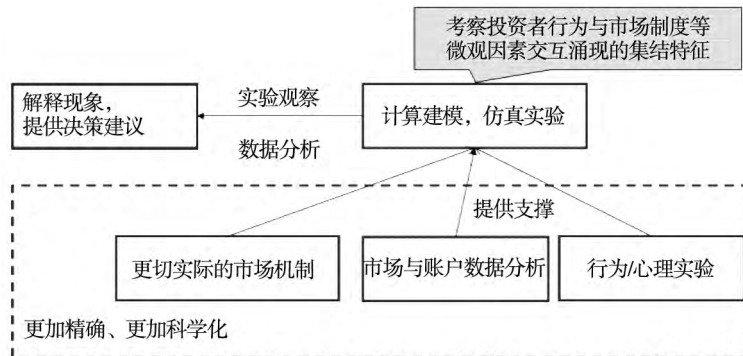


图 1 计算实验建模机理<sup>⑤</sup>

Fig. 1 The principle of agent-based modelling

计算实验在金融市场研究中取得了蓬勃发展,成为与“实验”、“实证”和“数理分析”并驾齐驱的“第四种”科学研究手段<sup>[20]</sup>.更重要的是,在指导金融市场的实践活动,尤其是在金融制度设计和监管决策中,计算实验取得了重要突破.如 1998 年美国纳斯达克市场的最小报价单位设计<sup>[21]</sup>、2012 年中国沪深 300 股指期货的最小报价

单位和持仓限额制度设计<sup>[22,23]</sup>,以及最近的 T + 0 交易制度设计<sup>[24]</sup>.计算实验在金融市场制度设计及监管的独特优势正如 Dawid 和 Fagiolo<sup>[25]</sup>所指出的“与高度抽象的数理模型对比,决策者更容易理解和信任计算实验模型,因为计算实验模型提供了决策者所熟悉的投资者行为、市场结构、实验环境和实验结果.”

④ 即使没有其他因素,如 Goettler, Palour 和 Rajan<sup>[17]</sup>所指出的,连续竞价市场由于价格离散化和存在市场摩擦,难以获得解析解,因此数理建模十分困难.

⑤ 作者感谢天津大学张永杰对此图的贡献.

计算实验方法的迅速发展推动了金融风险管理从“预测-应对”的传统思想向“情景-应对”新思想转变。传统的风险管理思想,可以归结为“预测-应对”的思考方式,是基于“历史会重演”对风险进行预警,例如 VaR 技术中根据历史波动率作为波动性预测的最佳估计、蒙特卡洛模拟技术中根据历史数据估计参数并据此形成预测(如 Beder<sup>[26]</sup>、谢尚宇、汪寿阳和周勇<sup>[27]</sup>)。但真实金融市场中,非平稳的市场、参与者的学习、机构的“熵增”现象、群体的演化与“混沌”状态相互交织,这些内在的复杂关系使得金融市场的某一个事件有可能因为“蝴蝶的翅膀”效应而造成金融海啸。回顾历史,每一次金融危机的形成机理都不一样,例如 1987 年美国股灾是由于组合保险等程序化交易策略引起的,1997 年亚洲金融危机是由于亚洲地区部分国家的经济泡沫以及对冲基金的做空冲击引起,2008 年全球金融危机是起源于美国次贷危机及金融衍生品的滥用。这些历史表明,随着金融系统不断演化,产生危机的根源也不断变化,因而基于“历史会重演”的假设和方法,在应对新的危机时还面临困境。

伴随着人类科学前沿的不断拓展,麻省理工技术评论(MIT technology review)提出了“Modelling Surprise”的思想,并指出可以根据观察发生的“惊奇”的事件去繁衍未来可能发生的“惊奇”事件<sup>⑥</sup>;这些新科学思想结合金融经济学中一些传统的思路(如“免疫”的思想)和计算实验金融学的发展,逐步形成了一种“情景-应对”型风险管理新思想。“情景-应对”是面向未来的,即运用计算实验的手段,在能够反演已有重大金融风险事件的基础上,通过改变系统主体的行为和结构,繁衍出新的未知“情景”,根据生成金融风险事件的“情景”,制订有针对性的应对预案。著名的科学评论家 Buchanan<sup>[28]</sup>曾

在《Nature》撰文生动想象了未来系统性风险事件产生的“情景”、可能对整个金融系统造成的威胁、以及监管机构根据风险成因以相应措施介入排除潜在风险的场景。随后, Farmer 和 Foley<sup>[29]</sup>在《Nature》阐明了计算实验在构建金融危机“情景”及检验危机应对措施的独特优势。Battiston、Farmer 和 Flache 等<sup>[30]</sup>进一步在《Science》撰文指出,金融监管需要建立在复杂性理论基础上,依赖于计算实验建模分析其金融系统内各因素的关联网络,才能采取有效的监管措施来应对金融危机等极端风险事件。而在实践中,欧洲央行主席 Jean-Claude Trichet 于 2010 年指出“2008 年全球金融危机让我们感到传统工具的无助,其中关键的教训就是依赖于单一的工具、方法或者研究范式。已有的模型不能够刻画经济行为主体在危机中的行为…而计算实验建模可以允许分析经济主体之间的交互行为…我们需要利用计算实验方法将金融系统整合到宏观经济系统当中做决策。”在他和欧洲央行支持下,欧洲 11 所顶尖大学发起了“CRISIS”项目,并构建以计算实验为核心的经济决策与金融危机应对系统<sup>⑦</sup>。

“情景-应对”型风险管理有三个关键步骤。如图 2 所示,首先是利用计算实验平台,设计开发能够反演已有金融风险事件的人工金融系统,然后在此基础上,通过改变市场参与者(agent)的行为、市场制度及外部信息冲击,在人工系统中衍生出各种新的风险情景,最后根据这些“情景”制定应对预案并将预案输入到人工金融系统中验证其有效性。“情景-应对”型风险管理的优点在于能够充分考虑市场未来发展的各种情况,且决策者能根据形象的“情景”和熟悉的细节来做应对方案。当将来市场发生相同或者类似“情景”时,经过“演习分析”的决策者能够迅速反应并制定科学有效的决策。

⑥ 见 <http://www2.technologyreview.com/news/409594/tr10-modeling-surprise/>。

⑦ CRISIS 全称 complexity research initiative for systemic instabilities,由牛津大学教授 J. Doyne Farmer 协调负责,项目简介见 <http://www.inet.ox.ac.uk/projects/view/158> 以及 <http://www.crisis-economics.eu/hom>。

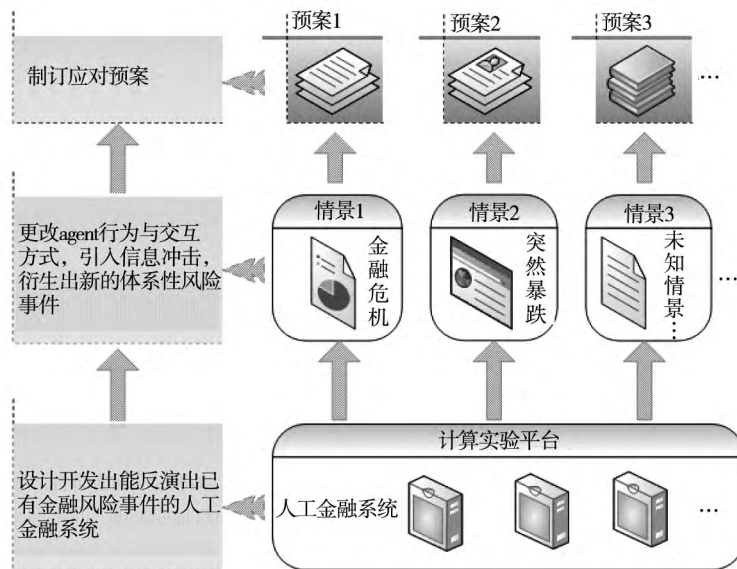


图 2 “情景 - 应对”型风险管理的三个关键步骤

Fig. 2 The three processes of the risk management based on “scenario-based analysis and solutions”

## 2 计算实验模型

本文所建立的人工金融市场采用了与中国市场一致的连续竞价订单簿撮合机制,存在涨跌幅限制和交易成本。设计的多资产市场中存在三只分别代表创业板、中小板和主板的股票,并由此构建了一个综合市场指数,各资产的基本价值变化服从随机游走过程。投资者的财富分布来自中国证券金融公司的账户数据统计。根据 Chiarella、Iori 和 Perello<sup>[12]</sup> 的模型,设定投资者采用基本面和技术分析的混合预测方式形成预期价格,其投资期限取决于基本面和技术面的比重,并运用 Brock 和 Hommes<sup>[14]</sup> 提出的适应性转换模式在不同市场之间进行动态资产配置;根据盈利参考点、止损参考点和当前订单簿状态进行买卖和下单。

### 2.1 市场设计

1) 假定仿真时间每个周期  $t$  对应于真实时间

表 1 市场资产

Table 1 Market assets

市场	总股本(万手)	初始价格(元)	初始总资产(万元)	资产波动幅度 $K$
S	3	50	15 000	15
M	18	30	54 000	10
L	90	10	90 000	5

1 min, 中国股票市场交易时间为 240 min, 即为 240 个仿真周期  $t$ , 记为一个交易日  $d$ 。

2) 资产基本价值  $f_i^j$  的变化频率服从泊松分布,平均每 5 min 改变一次,每次变动以均等的概率增加或者减少  $K$  个最小报价单位  $\Delta_j = S, M, L$ , 其中 S 表示创业板股票, M 表示中小板股票, L 表示主板股票。最小报价单位  $\Delta$  设为 0.01 元,创业板股票  $f_i^S$  每次变动 15 个最小报价单位  $\Delta$ , 中小板股票  $f_i^M$  每次变动 10 个最小单位, 主板股票  $f_i^L$  每次变动 5 个最小报价单位。设创业板股票 S 的总股本为 3 万手, 中小板股票 M 的总股数为 12 万手, 主板股票 L 的总股本为 90 万手。主板股票初始价格  $f_0^S = 10$  元, 中小板股票  $f_0^M = 30$  元, 创业板股票  $f_0^L = 50$  元<sup>⑧</sup>。采用与真实市场一致的连续竞价订单簿撮合交易机制, 订单簿每天清空, 每天收盘价取最后一笔交易价格, 暂不考虑集合竞价, 每日开盘价等于前一天收盘价。市场资产的概况如表 1 所示。

⑧ 上述设置符合中国股票市场各板块的特征。

- 3) 设置 10% 的涨跌停价限制.
- 4) 不考虑交易成本和利息<sup>⑨</sup>.
- 5) 市场外部的融资供应资金无限大.

6) 指数编制规则为报告期指数 = 报告期成份股的总市值 / 基期成份股总市值 × 3 000 ,基期设为 3 000 点 ,各成份股在指数占比取决于其市值 相对地 ,主板股票占比最大.

### 2.2 投资者的分类与结构

根据中国证券金融公司提供的账户数据统计结果<sup>⑩</sup> ,如表 2 所示 ,净资产 50 万元以下普通投

资者数量约占 70% ,其总资产占比约为 4% ;净资产从 50 万元到 1 000 万元的富裕投资者数量占比约 28% ,其总资产占比约为 27% ;净资产超过 1 000 万的大型投资者数量约占 2% ,其总资产占比约为 69% . 根据计算能力设定人工金融市场投资者总人数为 6 000 ,按照上述数量占比和总资产占比 ,假设投资者初始财富最少不低于 1 万 ,最大不高于 1 亿 ,在各财富区间内按照双截尾近似正态分布随机分配投资者的初始股本和财富 ,并假设每个投资者在初始状态的股票资产价值和现金相等.

表 2 投资者资产及数量占比

Table 2 The percentages of investors' number and wealth

净资产 W	50 万元以下	50 万元 ~ 1 000 万元	1 000 万以上
投资者数量占比	70%	28%	2%
资产占比	4%	27%	69%

### 2.3 投资者的价格预测

经验研究表明 ,在中国股票市场 ,无论是个人投资者还是机构投资者 ,都存在显著的非理性行为 . 例如 ,李心丹、王冀宁和傅浩<sup>[31]</sup> 较早利用证券营业部的账户数据分析了个人投资者存在各种典型行为偏差 ;陈炜、袁子甲和何基报<sup>[32]</sup> 利用深圳股票市场账户数据分析发现大交易者和基金是采取“追涨杀跌”趋势策略推动股价 ,而中小投资者采取“追跌卖涨”的反转交易策略为之提供流动性 ,反映了投资者采用不同的技术策略 ;朱伟骅和王振华<sup>[33]</sup> 则利用上海 A 股的账户数据 ,分析发现个人投资者具有持股时间短、交易频繁的特征 . 在理论建模层面 ,Chiarella、Iori 和 Perello<sup>[12]</sup> 假定在连续竞价市场中 ,投资者采用基本面、技术分析和噪音的混合信念预测模式 ,并发现技术面信念能够产生波动聚集、长记忆性和大幅价格冲击等与真实市场吻合的格式化事实特征 . 参考 Chiarella、Iori 和 Perello<sup>[12]</sup> 结合中国市场特点 ,本文假定投资者采用基本面加技术面的混合信念来预测未来收益率 . 基本面信念是基本价值与当前交易价格的对数比率 ,技术面信念采用短期移动平均线和长期移动平均线的对数比率 . 投资者在

基本面和技术分析的权重由投资期限长短决定 ,投资期限长的投资者更侧重于基本面 . 价格预测如下

$$r_{t+\tau}^{i,j} = (\alpha^i r_c^{i,j} + \beta^i r_f^{i,j}) / (\alpha^i + \beta^i) \quad (1)$$

其中

$$r_f^{i,j} = (\ln \frac{f_t^j}{p_t^j}) / \tau_i + \varepsilon \quad (2)$$

$$r_c^{i,j} = \ln \frac{\bar{p}_{\tau_i/2}^j}{\bar{p}_{\tau_i}^j} \quad (3)$$

$r_{t+\tau}^{i,j}$  是投资者预测的对数收益率 ,  $r_f^{i,j}$  是基本面策略预测的收益率 ,  $p_t^j$  是当期市场交易价格 ,  $f_t^j$  为资产的基本面价值 ,  $\tau_i$  是投资者的投资期限 ,  $\varepsilon$  是投资者对基本价值估计受到外部信息的干扰项 (噪音项) <sup>⑪</sup> ,服从  $[-5\% , 5\%]$  的均匀分布 ;  $r_c^{i,j}$  是技术面策略预测的收益率 ,  $\bar{p}_{\tau_i/2}^j$  表示短期移动平均线 ,  $\bar{p}_{\tau_i}^j$  表示长期移动平均线 .  $\alpha^i$  是投资者分配在技术面权重参数 ,  $\beta^i$  是投资者分配在基本面的权重参数

$$\alpha^{i*} = \theta \alpha^* , \beta^{i*} = \theta (1 - \alpha^*) \quad (4)$$

其中  $\theta$  服从  $[0 , 1]$  的均匀分布 ,设  $\alpha^* = 8\%$  ,然后

⑨ 本文主要考虑融资杠杆的影响 ,在真实市场中 ,相对于融资带来的盈利或损失 ,交易成本和利息的占比非常轻微 ,可以忽略 .

⑩ 数据统计区间为到 2013 年 6 月至 2015 年 6 月 ,数据来自中国证劵金融公司提供的账户统计数据 .

⑪ 人们对于信息的解读是有偏差和分歧的 ,因此即使技术分析权重为零 ,基本面价值投资者也会因为对基本面估计的偏差和分歧而形成交易 ,从而避免了无交易现象 .

将  $\alpha^{i*}$  和  $\beta^{i*}$  进行归一化处理得到  $\alpha^i$  和  $\beta^i$ , 即<sup>⑫</sup>

$$\alpha^i = \frac{\alpha^{i*}}{\alpha^{i*} + \beta^{i*}}, \beta^i = \frac{\beta^{i*}}{\alpha^{i*} + \beta^{i*}} \quad (5)$$

参考 Chiarella、Iori 和 Perello<sup>[12]</sup>, 假设投资期限  $\tau^i$  取决于基本面和技术分析的比例

$$\tau^i = \tau^* \frac{1 + \alpha^i}{1 + \beta^i} \quad (6)$$

设  $\tau^*$  为 5 个交易日(共 1 200 个仿真周期)。

投资者的预测价格为

$$p_{e,t+\tau}^{i,j} = p_t^j e^{i,j,t+\tau^i} \quad (7)$$

假定投资者不能连续监控市场且其进入市场次数与投资期限成反比, 即投资者  $i$  进入市场服从泊松分布, 泊松分布的均值即投资者平均每分钟进入市场的概率为  $\lambda_i = \frac{1}{5\tau^i}$ , 投资进入市场的时刻记为  $t'$ 。每个仿真周期  $t$  的市场价格  $p_t^j$  等于  $t$  时期内最后一个成交价格  $p_{t'}$ 。如果当期没有成交价格, 则取上一期的成交价格, 即  $p_t^j = p_{t-1}^j$ 。

#### 2.4 融资杠杆与动态资产配置

假设投资者的净资产达到  $\psi$  可以进行融资, 融资杠杆设为  $\delta$ 。投资者的担保品折算率根据担保品的性质不同而不同, 自由现金  $c_t^{i,p}$  的折算率为 1, 股票的折算率  $\varphi$  设为 0.8。投资者融资的强行平仓线为担保品比例  $\varphi$  设为 125%。因此投资者进入市场时, 如果满足融资条件, 则其可以融资的总额  $c_t^{i,l} = \delta(c_t^{i,p} + \varphi p_t^j s_t^{i,j})$ , 其中  $s_t^{i,j}$  是  $t$  时期投资者  $i$  持有股票  $j$  的头寸。则投资者的总现金为  $c_t^i = c_t^{i,p} + c_t^{i,l}$ 。

根据中国投资者爱好追逐热点的特点<sup>⑬</sup>, 假定投资者分配在个股资产的资金是基于个股过去一天的涨跌程度来动态配置, 即某只股票涨幅越大, 就分配更多的资金买入。Brock 和 Hommes<sup>[14]</sup> 提出了投资者根据历史表现采用一种自适应学习的策略转换模式, 例如投资者可以在基本面和技术分析两种策略之间根据历史表现进行动态策略转换。本文将 Brock 和 Hommes<sup>[14]</sup> 的适应性转换模式首次应用于投资者的资产配置决策, 称为“适应性转换动态资产配置”。假定投资者在  $t$  时

期进入市场分配在个股  $j$  的现金权重为  $h_t^j$ , 则有

$$h_t^j = \frac{e^{\gamma R_{t,d-1}^j}}{\sum_j e^{\gamma R_{t,d-1}^j}} \quad (8)$$

其中  $R_{t,d-1}^j = (p_t^j - p_{d-1}^j) / p_{d-1}^j$ , 表示时刻  $t$  的资产  $j$  的价格  $p_t^j$  比前一天开盘价  $p_{d-1}^j$  的涨跌幅度。 $\gamma$  表示投资者的转换强度(即为追涨的强度), 设为 1.5。<sup>⑭</sup>投资者确定分配权重  $h_t^j$  后, 分配在股票  $j$  的现金为  $c_t^{i,j} = h_t^j c_t^i$ 。

#### 2.5 投资者下单决策

根据韦立坚<sup>[24]</sup>, 本文假定每个投资者有自己的盈利参考点  $R_b^i$  和止损参考点  $R_s^i$  (二者均用涨跌百分比表示, 止损参考点为负值)。当预测涨幅高于盈利参考点  $R_b^i$  时买入; 当预测跌幅低于止损点  $R_s^i$  时卖出。

假定盈利参考点与止损参考点的绝对幅度相同且与投资期限正相关, 设置一个基准参考点  $\sigma = 1\%$  则

$$R_b^i = -R_s^i = \sigma \sqrt{\tau^i} \quad (9)$$

根据投资者的预测价格, 投资者的买入订单价格为

$$p_{lb}^{i,j} = p_{e,t}^{i,j} / (1 + R_b^i) \quad (10)$$

当  $p_{lb}^{i,j}$  不低于市场交易日  $d$  的跌停价时, 投资者可以进行买入下单, 如果买入订单价格高于涨停价  $\bar{p}_d^j$ , 则设为涨停价  $\bar{p}_d^j$ 。

如果预测价格小于投资者的止损价格, 即  $p_{e,t}^{i,j} < p_{e,t}^{i,j} (1 + R_s^i)$ , 则投资者卖出全部头寸。如果卖出订单价格不高于涨停价  $\bar{p}_d^j$ , 则可以进行卖出下单, 价格为盈利参考点价格

$$p_{ls}^{i,j} = p_{e,t}^{i,j} (1 + R_b^i) \quad (11)$$

如果盈利参考点价格不在当天的涨停价内, 说明当前价格走势远差于预期, 则采用市价止损卖出, 不能成交的部分转为跌停价  $\bar{p}_d^j$  的限价订单。

如果投资者的担保品比例  $\varphi$  低于 125%, 则被强行平仓并市价卖出, 不能成交的部分转为跌

<sup>⑫</sup> Chiarella、Iori 和 Perello<sup>[12]</sup> 假设权重参数服从 LaPlace 分布, 简便起见, 本文设为均匀分布, Chiarella、Iori 和 Perello<sup>[12]</sup> 中技术面的相对比重也比较小, 本文对于  $\alpha^*$  的值做了鲁棒性测试, 发现只要超过 5% 市场能够出现显著的泡沫和崩盘, 当低于 5% 时效果逐步减弱。在归一化处理后,  $\alpha^*$  的范围在 [0, 1]。

<sup>⑬</sup> 如“涨停敢死队”等现象。

<sup>⑭</sup> 本文做了  $\gamma = 1, 1.5, 2$  的多组鲁棒性测试, 在供给固定条件下, 投资者的适应性转换动态资产配置也是对市场泡沫与崩盘起到重要推动, 转换强度  $\gamma$  越大, 这种推动作用越明显。

停价  $P_d^j$  的限价订单.

如表 3 所示, 如果买入下单价格  $p_{lb}^{ij}$  大于或等于最优卖价  $a_t^j$ , 或卖出订单价格  $p_{ls}^{ij}$  低于或等于

最优买价  $b_t^j$ , 投资者采用可转限价的市价订单, 否则提限价订单; 当触发止损点时采用可转限价(跌停价)的市价卖单.

表 3 投资者的下单选择  
Table 3 Order submission rule

买卖	下单条件	订单类型	下单条件	订单类型
买入	$p_{lb}^{ij} \geq a_t^j$	市价买单	$p_{lb}^{ij} < a_t^j$	限价买单
卖出	$p_{ls}^{ij} \leq b_t^j$	市价卖单	$p_{ls}^{ij} > b_t^j$	限价卖单

### 2.6 下单量的决定

对于买入订单量, 设投资者预测盈利  $R_{e_{j+t}}^{ij}$  为  $R_{e_{j+t}}^{ij} = p_{e_{j+t}}^{ij} / p_{lb}^{ij} - 1$  (12)

由于投资者在预测盈利  $R_{e_{j+t}}^{ij}$  大于盈利参考点  $R_b^i$  的条件下才买入, 因此假定投资者采用仓位管理策略, 不会一次性用尽资金买入, 买入下单量取决于预测盈利  $R_{e_{j+t}}^{ij}$  超过盈利参考点  $R_b^i$  的幅度, 超出幅度越大, 买入量越大, 买入下单量  $q_b^{ij}$  如下

$$q_b^{ij} = q_{b,m}^{ij} \frac{R_{e_{j+t}}^{ij} - R_b^i}{R_{e_{j+t}}^{ij} + R_b^i} \quad (13)$$

其中  $c_t^{ij}$  是投资者分配在资产  $j$  的现金,  $q_{b,m}^{ij} = c_t^{ij} / p_{lb}^{ij}$  是在资金约束下可以买入的最大量.

对于卖出订单量, 由于投资者要么是在实际盈利达到盈利参考点时卖出, 要么是止损卖出, 因此假定投资者会卖出当前所有可以卖出的持仓量  $q_{s,t}^{ij}$ ; 特别地, 在  $T+1$  条件下,  $q_{s,t}^{ij}$  等于当前持仓量  $q_t^{ij}$  减去当前交易日  $d$  买入的交易量  $q_d^{ij}$ .

### 2.7 实验设计

为了充分考察融资杠杆风险, 一共进行 4 组实验. 首先进行第 1 组无融资杠杆的对照实验, 即分析在没有融资杠杆的市场情况. 然后做第 2 组 1 倍低融资杠杆实验, 并作为基准实验, 并与实验 1 做比较, 分析投资者非理性行为和融资杠杆在市场泡沫与崩盘中的作用. 第 3 组实验组为少量高杠杆融资实验, 即原来初始资产

在 50 万 ~ 1 000 万之间占比为 28% 的投资者中, 有 5% 的虚拟投资者( 占总投资者的 1.4%) 可以采用 3 倍 ~ 8 倍的高杠杆融资, 观察高杠杆融资比例提高对系统性风险的冲击, 该实验组为风险实验. 最后一组实验 4 为干预实验, 在实验 3 风险实验基础上, 根据危机的形成机理和微观制度的作用, 探索长效的应对措施, 例如考察控制融资杠杆、引入临时做市商、大宗交易系统回购强行平仓头寸等应对措施的有效性<sup>⑤</sup>.

## 3 流动性踩踏危机的计算实验“情景”分析

### 3.1 对照实验结果分析

如图 3 和图 4 所示, 在无融资杠杆情况下, 创业板股票出现了显著的泡沫和崩盘, 因此投资者非理性行为是产生泡沫崩盘的根本原因, 与 Chiarella、Iori 和 Perello<sup>[12]</sup> 一致<sup>⑥</sup>. 图 3 还表明, 个股走势分化, 没有联动效应; 图 4 表明指数与主板走势关联最大, 符合指数构建的规则.

### 3.2 低融资杠杆的基准实验结果分析

图 5 表明, 在一倍低融资杠杆条件下, 创业板和中小盘出现显著泡沫与崩盘, 并且两者发生明显关联, 且主板也开始显现一定关联. 图 6 表明, 指数走向也更加泡沫化, 并且泡沫的形成和破灭相比较对照实验的无融资情况, 都更加迅速和显著.

⑤ 需要说明的是, 由于技术分析策略需要历史数据, 人工金融市场需要一段预热时间( 设为 480 个仿真周期). 预热期内, 投资者仅仅是根据基本面( 带噪音) 的预测进行交易, 技术分析策略在预热期后才引入投资者的预测. 本文用于实验分析的数据是在预热期之后, 因此报告数据中各股票的价格以及指数起点都可能略偏离初始值.

⑥ 本文对投资者适应性转换动态资产配置参数做了多组实验, 结果表明适应转换强度参数  $\gamma$  越大, 市场的泡沫与崩盘现象越明显, 说明投资者的适应性转换动态资产配置行为加剧了泡沫与崩盘. 关于泡沫与崩盘的更多讨论可以参考张维、李根和熊熊等<sup>[34]</sup>.



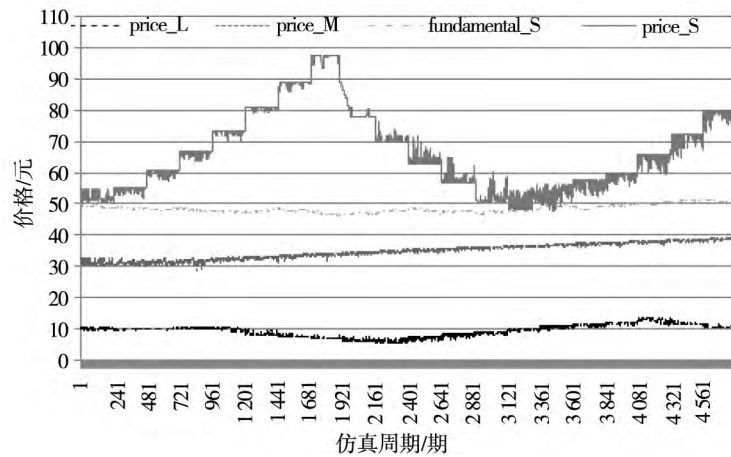


图 3 无融资杠杆的对照实验中个股走势

Fig. 3 The asset prices of the none-leverage experiment.

注: 实线 price\_S 是创业板股票价格, 点线 price\_M 是中小板股票价格, 短划线 price\_L 是主板股票价格, 点画线 fundamental\_S 是基本价格. 纵轴是价格, 横轴是仿真周期, 240 个仿真周期为一个交易日, 下同.

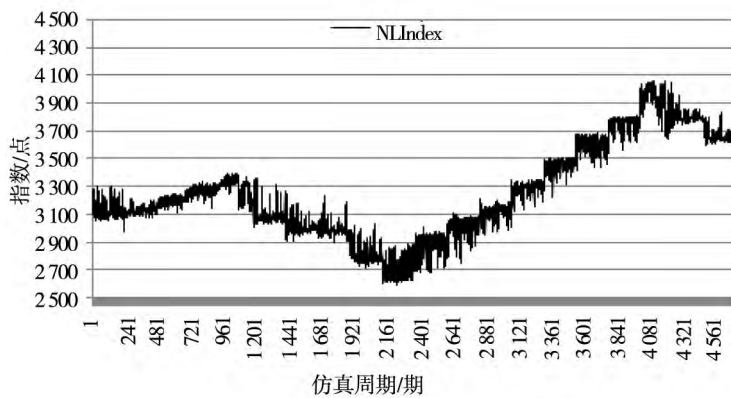


图 4 无融资杠杆的对照实验中指数走势

Fig. 4 The index price of the none-leverage experiment

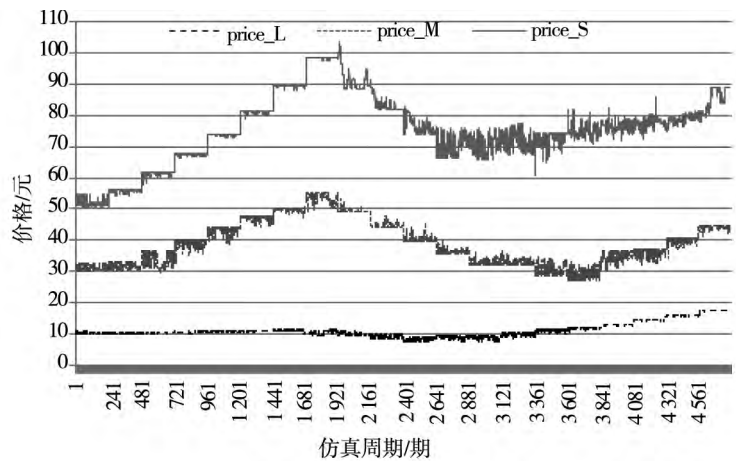


图 5 1 倍低融资杠杆的基准实验中个股走势

Fig. 5 The asset prices of the benchmark experiment with low leverage

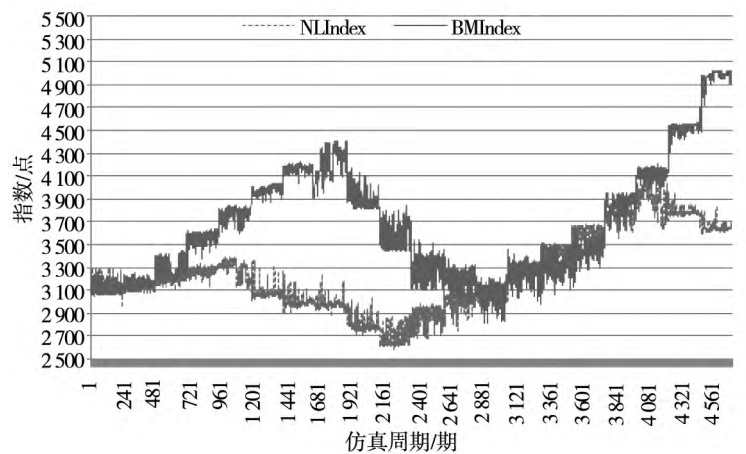


图6 基准实验与对照实验的指数走势对比

Fig. 6 The index prices of the benchmark experiment and none-leverage experiment

注: 实线 BMIndex 是基准实验指数价格, 点线 NLIndex 是无杠杆对照实验价格.

为了衡量融资杠杆对泡沫的作用, 设计一个泡沫度指标, 如式(14)所示, 以个股市场价格与基本价值的平均相对偏差(百分比)  $B$  即来衡量泡沫度  $B$  越大, 泡沫程度越大, 说明市场定价效率越差.

$$B = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^T \frac{(p_i^j - f_i^j)}{f_i^j} \quad (14)$$

表4说明与无融资杠杆的对照实验比, 所有股票泡沫度  $B$  (个股市场价格与基本价值的平均相对偏差) 显著增加, 尤其是主板和中小板增加

近一倍. 因此融资杠杆显著增加了市场泡沫.

进一步考察融资买入额占比(占总成交额比重)的变化. 如图7所示, 在泡沫形成中融资买入额占比( LongRate) 很高, 加剧了泡沫形成.

表4 融资杠杆对个股泡沫度  $B$  (%) 的影响

Table 4 The leverage effect on the measure of bubbles  $B$  (%)

实验	主板	中小板	创业板
对照实验	9.84	15.77	36.99
基准实验	18.81	30.79	46.70

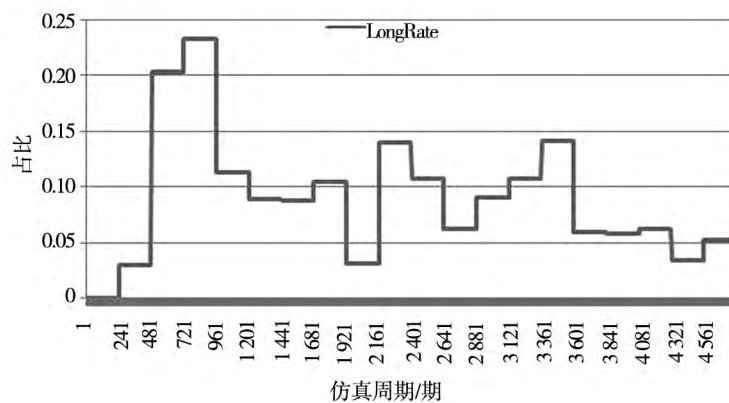


图7 融资买入额占总成交额比重的变化

Fig. 7 The ratio of the margin buy to the turnover

最后考察强行平仓人次的变化. 如图8所示, 随着市场上涨, 总融资人数增加, 尤其是在资产价格上涨的初期, 总融资人数( Long-

Num) 增加非常迅速, 随后增幅显著下降, 总融资人数约 2 800 人次, 泡沫破灭后期不再增加.

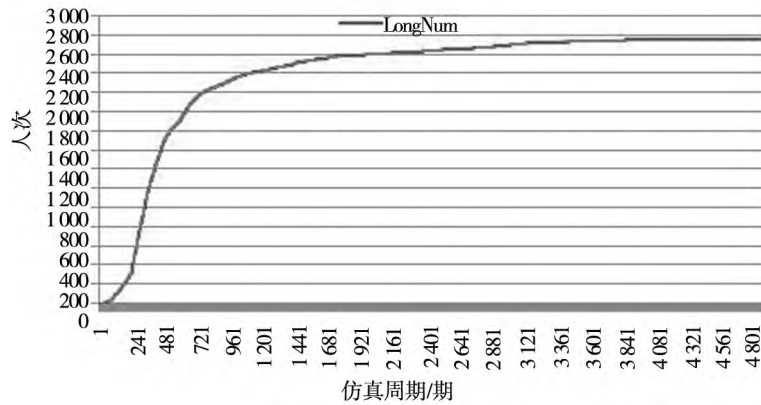


图 8 累积总融资人数变化

Fig. 8 Accumulated number of margin buy

图 9 表明,累积强行平仓人次(CloseNum)随因此没有发生大面积强行平仓的现象,没有出现流动性踩踏危机。

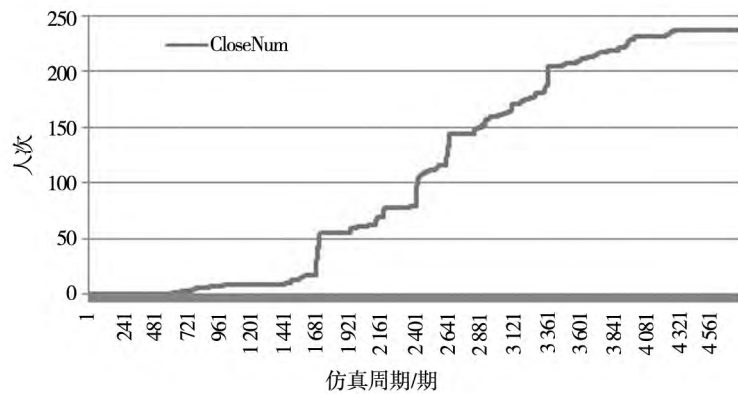


图 9 累积强行平仓人次

Fig. 9 Accumulated number of the mandatory liquidation

上述分析表明,融资买入与强行平仓卖出导致了个股间的联动关系。在初期,由于创业板盘子小,波动大,在技术面策略推动下,创业板容易出现较大涨幅;随后在投资者适应性资产配置作用下,投资者将大部分资金投向创业板,导致创业板股票迅速上涨;随着创业板大涨,投资者总资产的增加,又使得总融资额度增加,因此分配在各资产的总买入资金都增加,从而导致中小板、主板股票一起在一定程度联动上升。强行平仓使得投资

者同时卖出所有资产导致产生一定程度联动下跌。

### 3.3 少量高杠杆融资的风险实验分析

2015 年股灾各方推测的导火索是场外的高杠杆融资。根据媒体报道的市场调查,市场中参与场外高杠杆配资或伞型信托的投资者基本是较富裕的个人投资者,而且占相对较小<sup>①</sup>。因此,本文考察在部分较富裕投资者中(对应本文中初始资产在 50 万到 1 000 万之间的投资者)<sup>②</sup>,有 5%

① 关于场外配资的调查见腾讯财经 6 月 20 日的报道“6.19 股市暴跌元凶万亿场外配资的罪与罚”<http://finance.qq.com/a/20150620/020911.htm>; 以及中国经营报 2015 年 7 月 11 日的报道“杠杆上的股市:场外配资规模约 10 000 亿元”。报道指出场外配置总规模约为 1 万亿元,伞型信托约为 7 000 亿元,来源网易财经<http://money.163.com/15/0711/00/AU706MHU00253B0H.html>。2014 年 12 月 9 日在 3 000 点时总市值为 35.81 万亿元,见<http://www.chinainm.com/news/20141209/104402925.shtml>。2015 年 4 月 30 日达 63 万亿元,见[http://finance.ifeng.com/a/20150430/13676958\\_0.shtml](http://finance.ifeng.com/a/20150430/13676958_0.shtml)。因此场外配资占市场总规模相对较小。

② 限于实验市场的初始总资产规模设为 15.9 亿,因此初始资产超过 1 000 万的投资者可以视为特别富裕个人投资者或者大机构投资者,一般不需要场外配资。

的少量富裕投资者(即占总投资者的1.4%)可以用3倍~8倍的场外高杠杆融资条件下,是否会引发流动性踩踏危机.

如图10所示,存在少量高杠杆融资条件下,个股走势在下跌过程中出现非常明显的板块联动效应.在初期,创业板和中小板在投资者的适应性转换动态资产配置作用下迅速联动上涨.随后基本面策略导致创业板泡沫率先破灭,投资者分配更多资金在上涨的中小板和主板股票中,促使主板和中小板联动上涨.在创业板连续跌停后,基本面策略和强行平仓引发了中小板的泡沫破灭,中小板开始大幅下跌,此时投资者的适应性转换动态资产配置使得更多资金涌入主板,主板股票继续上涨.但是最后,随着创业板和中小板的

连续跌停,主板泡沫也开始破灭,最终导致主板和中小板都大幅下跌,在强行平仓作用下出现了所有股票跌停的联动下跌.如图11所示,在少量高杠杆融资作用下,指数的下跌幅度更大.在基准实验中,指数从最高点约4400点跌至约2800点,跌幅近1600点;而在风险实验中,指数从最高点约4750点跌至最低点约2500点,跌幅近2250点.指数出现连续单边跌停后,与基准实验下跌后较快回升对比,风险实验中泡沫破灭后持续震荡,恢复缓慢,这说明危机对于市场价格的影响是长久的,这显著有别于2010年5月6日的美股闪电暴跌的流动性危机.上述风险“情景”说明,风险实验结果能够同时刻画2015年中国股市流动性踩踏危机的三个典型特征.

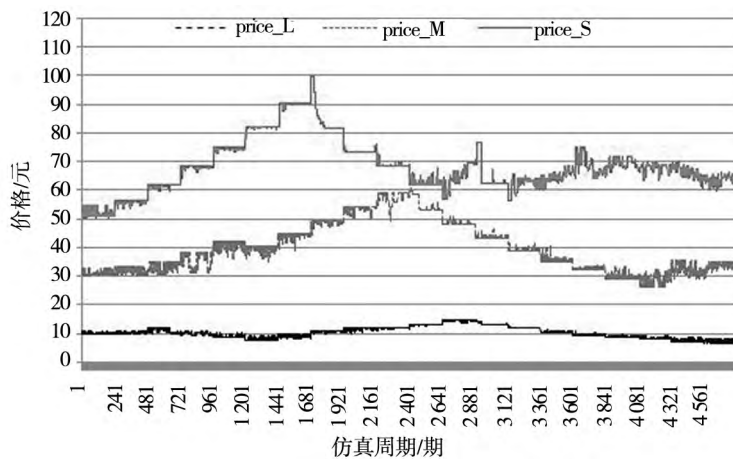


图10 存在少量高杠杆融资的风险实验中个股价格走势

Fig. 10 The asset prices of the risk experiment with high leverage

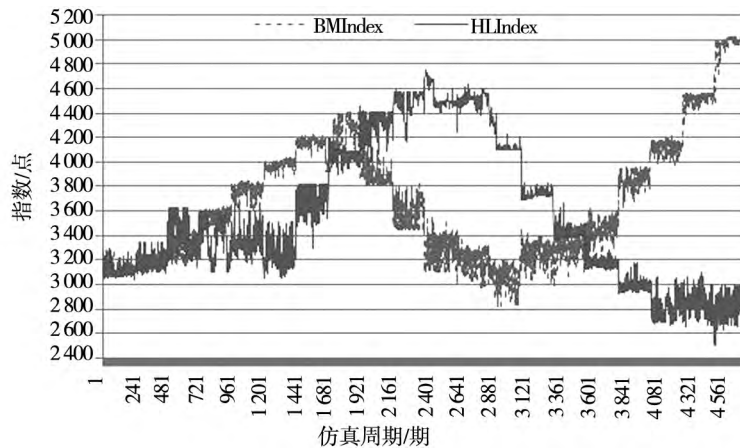


图11 风险实验与基准实验的指数走势变化

Fig. 11 The index prices of the risk experiment and benchmark experiment

注: 实线 HLIndex 是风险实验指数, 短划线 BMIndex 是基准实验指数.

接着考察融资买入额占比的变化. 由于在真实市场中, 高杠杆场外配资的买入额占比无法观

察, 而场内的低杠杆融资数据可以从中国证券金融公司以及证券公司获得. 为给真实市场决策提

供参考,本文仅对比分析低杠杆融资买入额占比的变化.如图 12 所示,融资买入额占比在暴跌中大幅下降,特别是在 2 401 期左右创业板下跌引起中小板泡沫破灭时,最低接近于零.这说明了在市场联动下跌过程中,市场缺乏交易对手,市场流动性出现枯竭.

进一步考察累积强行平仓人次的变化.如图 13 所示,与基准实验相比,强行平仓人次极大幅

度增加,尤其是在 2 881 期后主板开始连续跌停后,强行平仓急剧增加 1 200 人次,累积强行平仓人次约占 58%,市场发生了大面积的强行平仓.累积强行平仓的急剧增加也表明强行平仓的头寸由于跌停的限制,在一天内无法卖出,在下一天会继续被强行平仓,引发市场进一步下跌,又导致更多的强行平仓,从而发生连锁强行平仓,如此恶性循环,最终市场丧失了流动性.

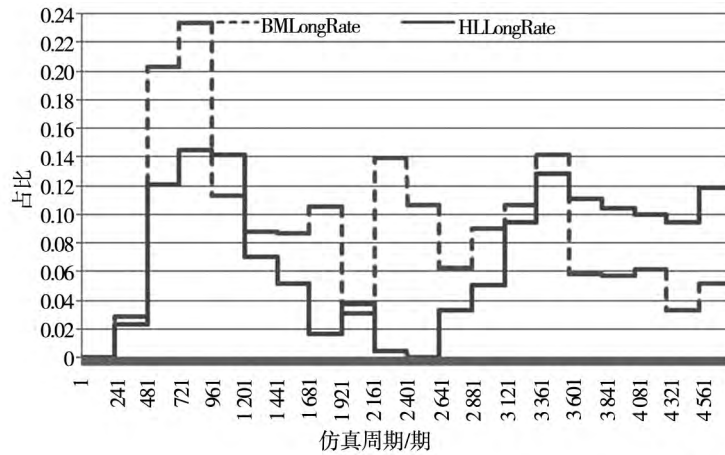


图 12 风险实验与基准实验中融资买入占比的变化

Fig. 12 The ratios of the margin buy to the turnover in the risk experiment and the benchmark experiment

注: 实线 HLLongRate 是风险实验融资买入额,短划线 BMLongRate 是基准实验融资买入额.

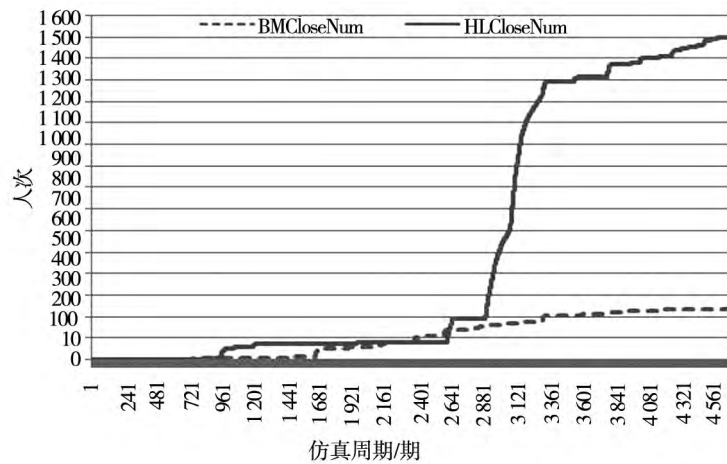


图 13 风险实验中累积强行平仓人次的变化

Fig. 13 The accumulated numbers of the mandatory liquidation in the risk experiment and benchmark experiment

注: 实线 HLCloseNum 是风险实验人次,短划线 BMCloseNum 是基准实验人次.

最后,从市场订单簿深度变化考察流动性缺失,即从买方订单簿深度的变化可以直观的观察流动性缺失的程度.图 14 反映了创业板买方订单簿深度的变化,在 1 681 期创业板开始剧烈下跌时,订单簿被清空.图 15 显示,在 2 401 期左右,流动性缺失开始传染,中小板订单簿开

始被清空;图 16 显示,在 2 881 期主板开始下跌后,市场流动性缺失极其严重,流动性最好的主板订单簿也被清空,导致指数开始猛烈连续下跌.订单簿的清空现象从创业板、中小板最后传导到主板,清晰的反映了流动性缺失的传染过程.

上述个股的联动下跌、指数的连续跌停且持续震荡、恢复缓慢,从价格的角度体现了本次中国股市流动性危机的三个特征;同时,融资买入额在联动下跌中占比接近于零反映出市场缺乏交易对

手,大面积强行平仓发生以及订单簿的连续清空等流动性表征清晰的反映了市场整体流动性枯竭以及流动性缺失的传染.上述两方面表明风险实验产生了严重的流动性踩踏危机.

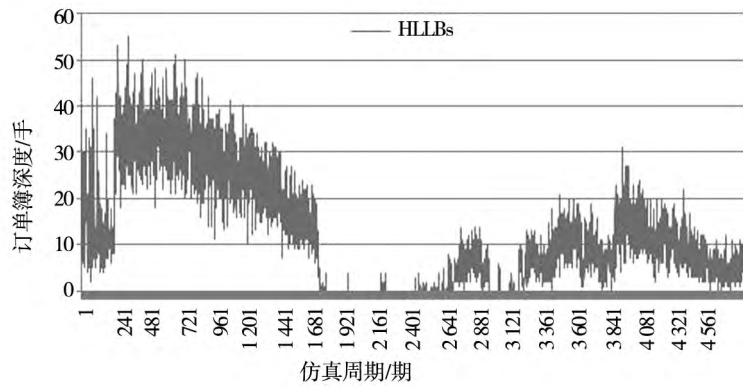


图 14 风险实验创业板股票的买方订单簿深度变化

Fig. 14 The buy-side order book depth of the GEM stock in the risk experiment

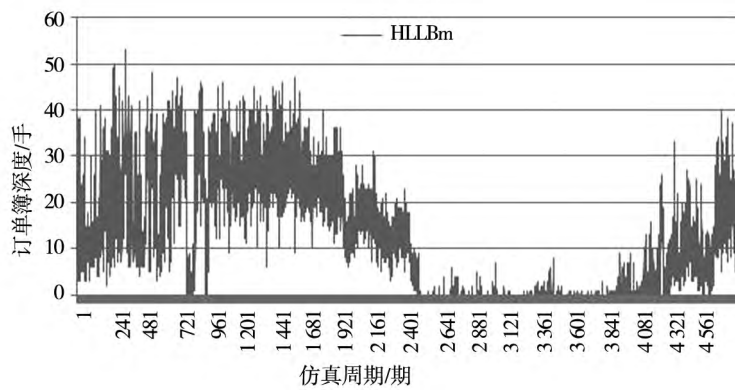


图 15 风险实验中小板股票的买方订单簿深度变化

Fig. 15 The buy-side order book depth of the SME stock in the risk experiment

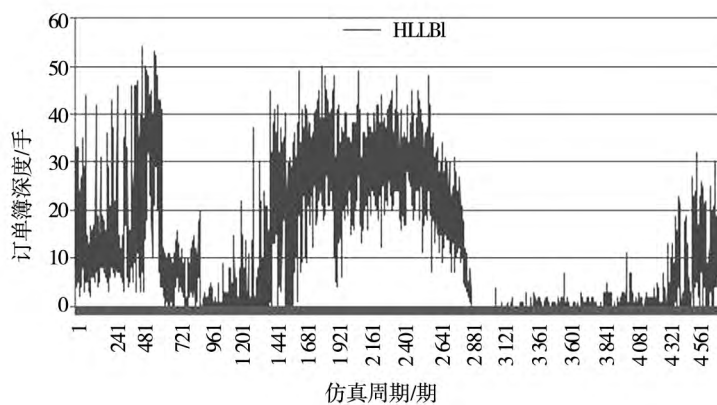


图 16 风险实验主板股票的买方订单簿深度变化

Fig. 16 The buy-side order book depth of the mainboard stock in the risk experiment

### 3.4 流动性踩踏危机的形成机理剖析

从对照实验、基准实验的结果分析,反映出投资者的非理性行为,即采用追涨杀跌的技术交易策略是造成形成泡沫崩盘的根本原因:在资产价格上升时,技术分析策略推动价格迅速上升,泡沫放大;泡沫过大时,基本面策略占上风时,泡沫破灭,价格下跌,导致技术分析策略翻转,加剧价格下跌,发生崩盘。同时,投资者采用适应性转换动态资产配置也加剧了泡沫与崩盘:由于投资者在多资产间的资金配置取决于资产最近的涨跌幅度,如创业板价格上涨时,投资者将投放更多资金买入,进一步推动创业板价格上涨;当创业板泡沫破灭时,投资者将资金转移到别的资产,导致泡沫破灭更加迅速。

在上述投资者非理性的价格预测和资产配置策略作用下,融资杠杆对泡沫的形成和破灭起到显著的推波助澜作用,并且导致个股的价格和流动性出现显著联动。即在价格上涨过程中,融资杠杆使得投资者可以融入更多资金,推动价格进一步上涨;由于创业板的上涨,导致投资者总财富增加,使得投资者总融资增加,因此可以分配更多资金到中小板和主板,导致中小板和主板价格也由于资金推动出现联动上涨。当泡沫破灭时,创业板大幅度下跌,导致部分投资者被强行平仓,被迫卖出所有股票,从而导致中小板和主板联动下跌;中小板和主板的联动下跌导致更多的强行平仓,又导致进一步联动下跌,如此恶性循环。

上述联动过程在风险实验中特别显著。风险实验的结果表明,在泡沫破灭后,高杠杆融资的投资者率先被强行平仓,导致流动性缺失由创业板向中小板和主板逐步传染;进而导致低杠杆融资的投资者被强行平仓;连锁强行平仓导致流动性缺失传染,如此恶性循环最终造成流动性踩踏危机。

同时,价格的连续跌停和买方订单簿深度的变化表明,中国市场微观机制加剧了流动性

踩踏危机:涨跌幅限制使得价格不能一步调整到位,出现连续跌停;订单簿在跌停机制下被清空,没有投资者愿意提供流动性,从而彻底丧失流动性。

## 4 流动性踩踏危机的应对措施

### 4.1 根据风险“情景”分析的应对措施探讨

流动性踩踏危机的机理表明投资者的非理性行为、融资杠杆和市场微观机制三方面都对危机产生作用。其中,投资者的非理性行为难以短时间改变,需要市场长久培育;融资杠杆可以在法定条件下保持较低水平,非法的场外高杠杆配资必须严格制止,但受监管能力与成本限制,可能难以彻底消除。因此对于监管者而言,还可以在市场微观机制方面建立长效的应对措施来缓释流动性踩踏危机。尤其是,针对在涨跌幅限制下连续竞价的订单簿撮合机制在危机时缺乏流动性提供者的缺点,可以在考虑引入临时做市商提供紧急流动性和通过大宗交易系统回购强行平仓头寸来减少流动性冲击。即在低杠杆融资的投资者强行平仓人次迅速增加时,如日内新增强行平仓人次达到5%时,建立临时做市商来提供紧急流动性。另一方面,在流动性缺失条件下,强行平仓的头寸对市场流动性冲击很大,因此需要采用大宗交易系统从券商收购,使得强行平仓的头寸不进入连续竞价的订单簿撮合系统,避免对市场造成流动性冲击。

### 4.2 临时做市商及大宗交易系统的设置方案

根据前述分析,设立一组干预实验,即在少量高杠杆融资的风险实验基础上,加入临时做市商和大宗交易系统检验应对措施的效果。

为了规避道德风险,临时做市商在低融资杠杆投资者的日内累积强行平仓人次超过5%时才进入市场提供流动性<sup>①</sup>。临时做市商仅提交在跌

<sup>①</sup> 道德风险是指部分投资者可能会因为预期存在“救市”措施而采用更疯狂的场外高杠杆融资。但在此条件下,高杠杆融资者早已经被强行平仓淘汰出市场,因此即使临时做市商入市和启动大宗交易系统回购强行平仓头寸,也不能够挽回其损失,因此不存在道德风险。

停价位上的限价订单,限价订单的下单量设为跌停价上的卖单量.临时做市商提交限价订单的干预措施直至当日市场日内累计强行平仓人数不再增加为止.

当临时做市商入市时,同时启用大宗交易系统回购低杠杆融资者的强行平仓头寸,使其不进入订单簿撮合系统,而是按照当日的跌停价通过大宗交易系统由紧急做市商直接全部收购,从而减少对市场流动性的冲击.

临时做市商在流动性踩踏危机结束后退出并逐步卖出其持有的头寸.即在市场不需要干预的交易日中,如果当前市场价格超过了临时做市商平均买入价格的10%且当日市场处于上涨状态时,临时做市商提交限价订单卖出,下单价格为当前最优卖价,下单量等于最优买价上的订单总量<sup>②</sup>.

### 4.3 干预实验结果分析

首先考察市场流动性的变化.直接观察订单簿,发现买方订单簿深度总体显著改善.图17显示虽然在泡沫破灭时创业板的订单簿仍然被清空,但是对比风险实验,订单簿在后期被清空的时间变短,深度明显增加.图18和图19表明,较大

变化的中小板和主板订单簿,相对比风险实验,没有出现(或大大减少了)被持续清空的情况.这是说明临时做市商提供紧急流动性和场外大宗交易系统回购强行平仓头寸的方式减少了场内卖压,显著改善了流动性.

从融资买入额占总成交额的比率看,如图20所示,在风险实验中(点划线),当市场开始暴跌时,市场融资买入额占比接近于零或保持一个很低的水平;在干预实验中(实线)市场融资买入额占比保持约5%的水平,最低约3%.说明干预措施取得了显著效果,在买方订单簿没有清空的条件下,市场存在一部分投资者自愿买入,市场维持了一定的流动性,没有造成严重的流动性枯竭.同时,通过对比累积强行平仓人数的变化发现,如图21所示,干预实验中(实线)累积强行平仓人数大幅度下降且增幅明显减缓.

进一步考察个股价格及指数变化.图22显示,采用干预实验后在下跌中个股走势开始分化,流动性缺失传染减弱.图23表明,干预实验中,指数(实线)震荡下跌(而非持续单边下跌),从5100点降低到3700点,跌幅为1600点,与风险实验2250点跌幅相比,跌幅减少了650点.

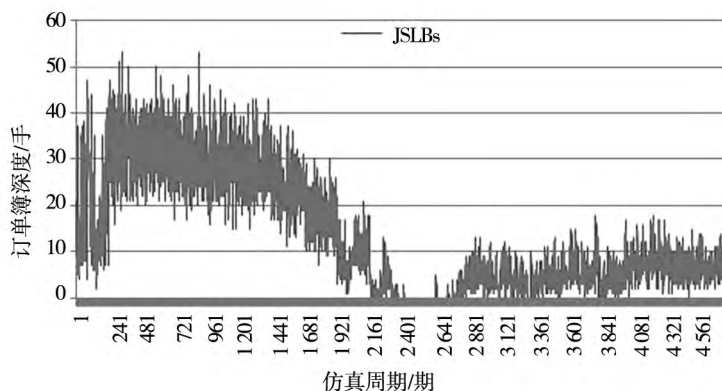


图17 干预实验创业板的买方订单簿深度

Fig. 17 The buy-side order book depth of the GEM stock in the intervention experiment

<sup>②</sup> 当临时做市商的持有头寸小于最优买价订单总头寸时,下单量为紧急做市商持有该资产的全部头寸.这样的设置也解决了临时做市商的资金损益问题,由于临时做市商在由浮盈且市场上涨的条件下退出,不仅可以实现盈利,同时在上涨时卖出也增加了市场大涨条件下流动性供给,并起到减缓市场泡沫的作用,因而利于市场稳定发展.



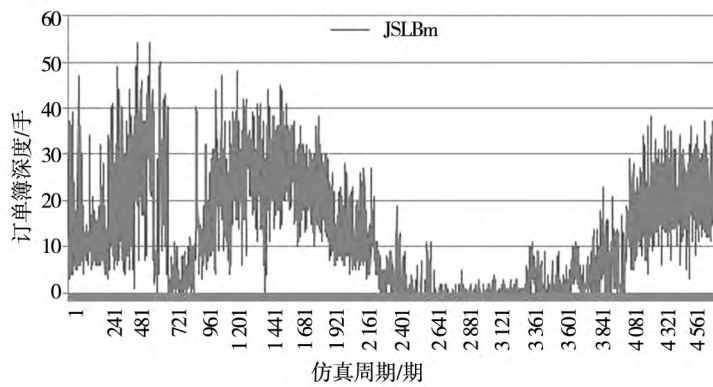


图 18 干预实验中小板的买方订单簿深度

Fig. 18 The buy-side order book depth of the SME stock in the intervention experiment

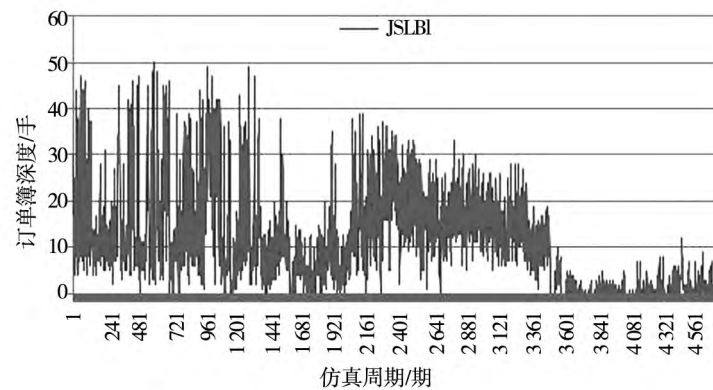


图 19 干预实验主板订单簿深度

Fig. 19 The buy-side order book depth of the mainboard stock in the intervention experiment

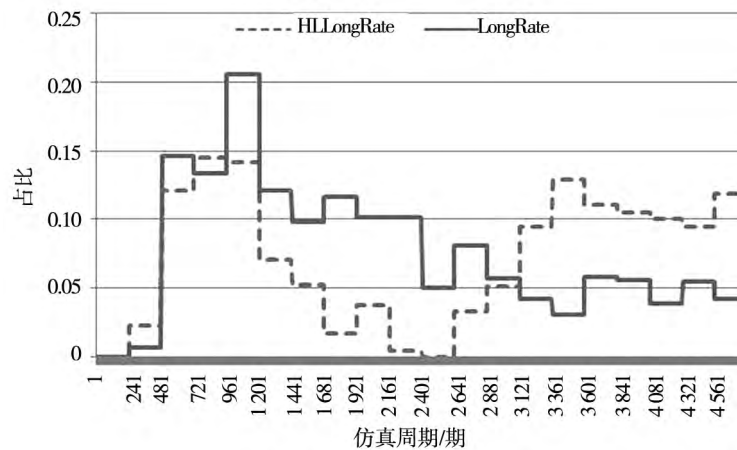


图 20 干预实验与风险实验中的融资买入占比的对比

Fig. 20 The ratios of the margin buy to the turnover in the intervention experiment and the risk experiment

注: 实线 LongRate 是干预实验融资买入占比, 点划线 HLLongRate 是风险实验融资买入占比.

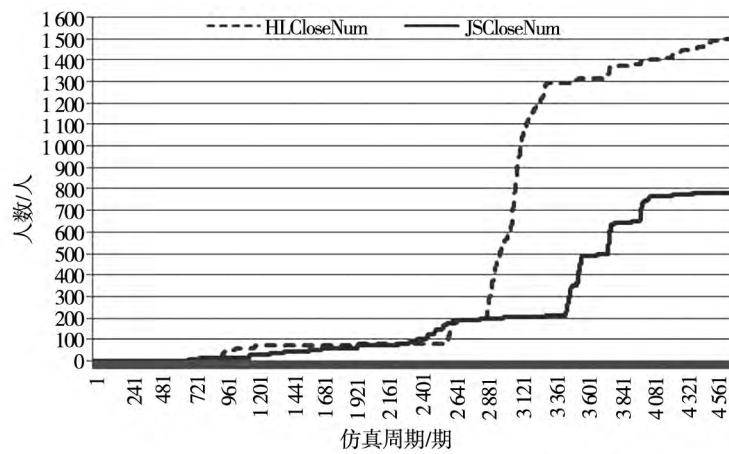


图 21 干预实验与风险实验中的累积强行平仓人数对比

Fig. 21 The accumulated numbers of the mandatory liquidation in the intervention experiment and the risk experiment

注: 实线 JSCloseNum 是干预实验人次, 点划线 HLCloseNum 是风险实验人次.

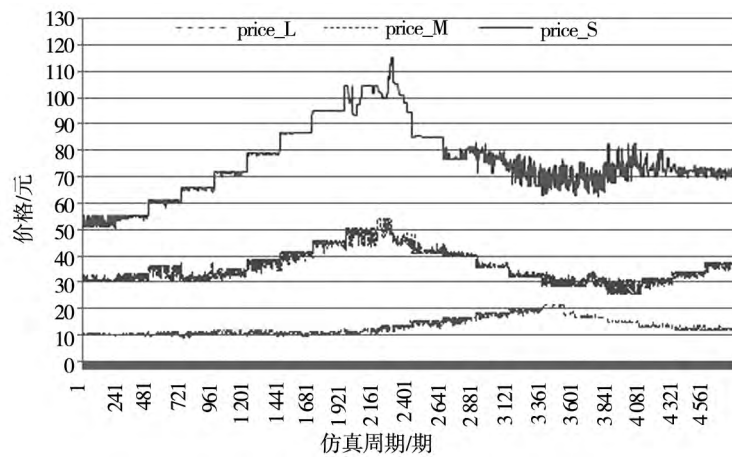


图 22 干预实验中个股走势

Fig. 22 The asset prices of the intervention experiment

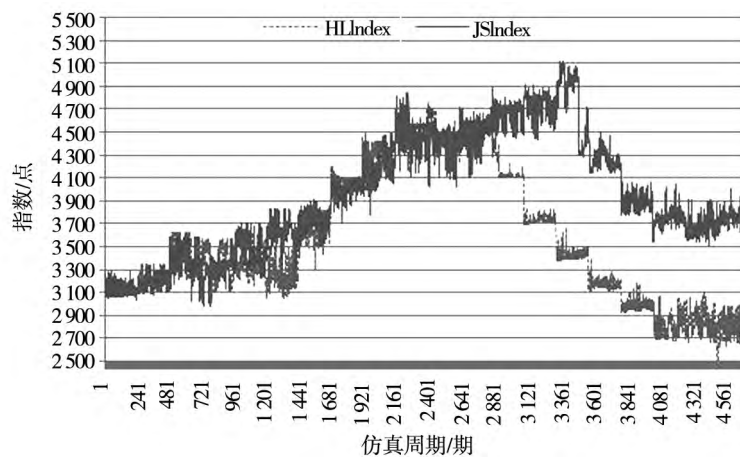


图 23 干预实验与风险实验中指数走势的对比

Fig. 23 The index prices of the intervention experiment and the risk experiment

注: 实线 JSIndex 是干预实验指数, 点划线 HIndex 是风险实验指数.

综上所述,在干预实验中,买方订单簿深度、融资买入占比和强行平仓人数等关键流动性指标比风险实验显著改善;从价格走势看,在下跌中个股走势分化,联动性弱化,并且指数跌幅减少,并由了风险实验中的单边持续跌停变为震荡下跌。这些都说明引入临时做市商提供紧急流动性和采用大宗交易系统回购强行平仓头寸的干预措施取得了效果,能够有效缓释流动性踩踏危机。

此外,股灾发生后,一些专家学者建议放开涨跌幅限制和允许T+0交易。本文同样对这些政策建议做了应对措施分析。实验结果表明,允许T+0能够改善市场流动性,结果与韦立坚<sup>[24]</sup>的分析一致,但是却难以防止流动性踩踏危机。放开涨跌幅限制的实验测试见附录1,附图1表明,泡沫破灭时价格能够迅速调整到基本面价值甚至低于基本面价值,能吸引基本面投资者进入市场交易,使得市场迅速恢复流动性,有效改善流动性踩踏危机。但是,由于中国市场以非理性投资者为主,放开涨跌幅限制将导致正常运行时市场波动过大,远远超出了可以承受的范围,并且指数价格急涨急跌不利市场稳定和资产配置。因此放开涨跌幅限制虽然能在特殊时刻缓解流动性踩踏风险<sup>①</sup>,但却加剧了市场正常运行时的波动风险,不符合监管目标。

## 5 结束语

本文根据“情景-应对”型风险管理思想,通过计算实验模型刻画了流动性踩踏危机的特征,并揭示其形成机理和传染机制。实验结果表明:

1) 融资杠杆在技术分析策略和适应性转换动态资产配置等非理性行为作用下加剧了泡沫崩盘和个股的联动效应;

2) 在泡沫破灭时高杠杆融资引发了连锁强

行平仓导致流动性缺失传染,并产生恶性循环最终导致流动性踩踏危机;

3) 涨跌停限制和连续竞价的订单簿撮合机制加剧了流动性踩踏危机;

4) 模型完整地刻画了2015年中国股市流动性踩踏危机的三个基本特征:价格持续单边下跌、个股联动且出现流动性缺失传染导致市场整体流动性枯竭、危机对市场冲击是长久的。

上述发现提供了不同于Huang和Wang<sup>[1]</sup>、Cespa和Foucault<sup>[5]</sup>对流动性危机形成机理的解释,揭示了融资杠杆与投资者非理性的资金配置作用在流动性缺失传染中的作用,拓展了Brunermeier和Pedersen<sup>[6]</sup>、Geanakoplos<sup>[7]</sup>对融资杠杆的研究,并填补了已有研究不能解释2015年中国股市流动性踩踏危机的空白。

从金融市场微观结构理论建模的角度,本文构建了第一个多资产联动的订单簿市场<sup>②</sup>,并且引入Brock-Hommes<sup>[14]</sup>的适应性转换模式解决了限价订单簿市场中多资产动态配置的难题<sup>[4]</sup>。未来可以在本文基础上,分析多资产市场中多个订单簿的变化特征以及多个资产日内高频波动和收益率之间的联动,从而对Thurner等<sup>[8]</sup>关于融资杠杆与格式化事实特征的研究进行拓展。

进一步,基于“情景-应对”型风险管理思想,本文提供了基于计算实验的技术路线和实例分析。尤其是根据中国股票市场的特征,从融资杠杆、投资者非理性行为和市场微观机制的角度剖析了流动性踩踏危机的形成机理并由此生成若干计算实验的风险情景。同时相应地设计了引入临时做市商提供紧急流动性、运用大宗交易系统回购强行平仓头寸等微观机制措施,弥补中国市场制度缺陷。

从指导实践的角度,股灾时期和股灾后关于股市暴跌及流动性踩踏危机的原因众说纷纭,各种传言甚至阴谋论纷飞,本文的机理分析

① 如果考虑在流动性踩踏危机时临时放开涨跌幅限制,市场价格的瞬时大幅度下跌也可能引发其他风险,例如大股东股票质押强行平仓以及投资者的极大恐慌等,另外还可能面临制度和法律上的争议。

② 虽然本文在投资者的预测中没有包括多个资产,但是在投资者的动态资产配置和强行平仓中包含了多资产的决策。未来研究可以在投资者预测中考虑多资产的联合预测。

可以帮助澄清各种传言从而稳定市场舆论,监管部门可以据此建立长效的应对措施,例如在投资者非理性条件下,必须严格保持低融资杠杆<sup>②</sup>,坚决打击场外高杠杆配资及伞形信托等违规行为,从而保障融资业务的健康发展和避免市场出现流动性踩踏危机,有效防范系统性金融风险。

本文是根据“情景-应对”型风险管理思想构建体系性风险管理迈出关键性的第一步。在此

基础上,一方面可以增加融券,考察它对市场的冲击。另一方面,可以增加股指期货作为交易者的另一类资产,考察股指期货在流动性踩踏危机中的作用。未来可以构建包括股票市场、衍生品市场、债券市场、外汇市场等在内的人工金融系统,进一步构建基于“情景-应对”的决策剧场,从而实现科学家们在《Nature》和《Science》杂志上提出有效防范下一次金融危机的伟大科学构想<sup>[28-30]</sup>。

### 参考文献:

- [1]Huang J, Wang J. Liquidity and market crashes [J]. *Review of Financial Studies*, 2009, 22(7): 2047-2433.
- [2]O'Hara M. *Market Microstructure Theory* [M]. MA: Cambridge, Blackwell, 1995.
- [3]完善制度设计,提升市场信心——建设长期健康稳定发展的资本市场[R]. 北京:清华大学国家金融研究院, 2015. The PBC School of Finance of Tsinghua University. Perfecting System Design and Improving Market Confidence: Developing a Long-term Healthy and Stable Chinese Capital Market [R]. Beijing: The PBC School of Finance of Tsinghua University, 2015. (in Chinese)
- [4]Rosu I. Order Choice and Information in Limit Order Markets [M]. NJ: Hoboken, Wiley, 2012: 41-60.
- [5]Cespa G, Foucault T. Illiquidity contagion and liquidity crashes [J]. *Review of Financial Studies*, 2014, 27(6): 1615-1660.
- [6]Brunnermeier M K, Pedersen L H. Market liquidity and funding liquidity [J]. *Review of Financial Studies*, 2009, (22): 2201-2238.
- [7]Geanakoplos J. *The Leverage Cycle* [M]. Chicago: University of Chicago Press, 2010: 1-65.
- [8]Thurner S, Farmer J D, Geanakoplos J. Leverage causes fat tails and clustered volatility [J]. *Quantitative Finance*, 2012, 12(5): 695-707.
- [9]Yan W, Woodarda R, Sornette D. Leverage bubble [J]. *Physica A*, 2012, 391: 180-186.
- [10]Pintus P A, Wen Y. Leveraged borrowing and boom-bust cycles [J]. *Review of Economic Dynamics*, 2013, 16: 617-633.
- [11]吴 术,张 兵,李心丹. 融资融券交易对市场有效性影响的计算实验 [J]. *系统工程*, 2014, 32: 42-47. Wu Shu, Zhang Bing, Li Xindan. Computational experiment on margin trading impact on market efficiency [J]. *Systems Engineering*, 2014, 32: 42-47. (in Chinese)
- [12]Chiarella C, Iori G, Perello J. The impact of heterogeneous trading rules on the limit order book and order flows [J]. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 2009, 33(3): 525-537.
- [13]Hommes C H, Wagener F O O. *Complex Evolutionary Systems in Behavioral Finance* [M]. Amsterdam: The Netherlands, Elsevier, 2009: 217-276.
- [14]Brock W A, Hommes C H. Heterogeneous beliefs and routes to chaos in a simple asset pricing model [J]. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 1998, 22(8-9): 1235-1274.

<sup>②</sup> 该政策建议与后来监管机构实施的措施一致。2015年11月23日,新修订《融资融券交易实施细则》规定,新增融资合约最低保证金比例由原规定不得低于50%调高至不得低于100%。

- [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.  
Chen Ying, Yuan Jianhui, Li Xindan, et al. Research on collaborative herding behavior and market volatility: Based on computational experiments[J]. Journal of Management Sciences in China, 2010, 13(9): 119-128. (in Chinese)
- [16]Schmitt N, Westerhoff F. Speculative behavior and the dynamics of interacting stock markets[J]. Journal of Economic Dynamics and Control, 2014, 45: 262-288.
- [17]Goettler R L, Parlour C A, Rajan U. Informed traders and limit order markets[J]. Journal of Financial Economics, 2009, 93(1): 67-87.
- [18]Tesfatsion L. Agent-Based Computational Economics: A Constructive Approach to Economic Theory[M]. Amsterdam: The Netherlands, Elsevier, 2006: 831-880.
- [19]张维,熊熊,张永杰. 计算实验金融研究[M]. 北京: 中国科学出版社, 2010.  
Zhang Wei, Xiong Xiong, Zhang Yongjie. Agent-based Computational Finance: An Alternative Way to Understand the Markets[M]. Beijing: Science Press, 2010. (in Chinese)
- [20]张维,武自强,张永杰,等. 基于复杂金融系统视角的计算实验金融: 进展与展望[J]. 管理科学学报, 2013, 16(6): 85-94.  
Zhang Wei, Wu Ziqiang, Zhang Yongjie, et al. Agent-based computational finance on complex financial system perspective[J]. Journal of Management Sciences in China, 2013, 16(6): 85-94. (in Chinese)
- [21]Darley V, Outkin V A A. NASDAQ Market Simulation[M]. NJ: Hackensack, World Scientific, 2007.
- [22]Wei L, Zhang W, Xiong X, et al. A multi-agent system for policy design of tick size in stock index futures markets[J]. Systems Research and Behavioral Science, 2014, 31(4): 512-526.
- [23]Wei L, Zhang W, Xiong X, et al. Position-limit design for the CSI 300 stock index futures markets[J]. Economic Systems, 2015, 39: 369-389.
- [24]韦立坚. T+0交易制度的计算实验研究[J]. 管理科学学报, 2016, 19(11): 90-102.  
Wei Lijian. An agent-based model for the impact of the T+0 trading mechanism on market quality[J]. Journal of Management Sciences in China, 2016, 19(11): 90-102. (in Chinese)
- [25]Dawid H, Fagiolo G. Agent-based models for economic policy design: Introduction to the special issue[J]. Journal of Economic Behavior and Organization, 2008, 67: 351-354.
- [26]Beder T S. VaR: Seductive but dangerous[J]. Financial Analysts Journal, 1995, 51(5): 12-24.
- [27]谢尚宇,汪寿阳,周勇. 金融危机下带传染效应的违约预报[J]. 管理科学学报, 2011, 14(1): 1-12.  
Xie Shangyu, Wang Shouyang, Zhou Yong. Default prediction with credit contagion under financial crisis[J]. Journal of Management Sciences in China, 2011, 14(1): 1-12. (in Chinese)
- [28]Buchanan M. Meltdown modelling[J]. Nature, 2009, 460: 680-682.
- [29]Farmer D, Foley D. The economy needs agent-based modelling[J]. Nature, 2009, 460: 685-686.
- [30]Battiston S, Farmer D J, Flache A, et al. Complexity theory and financial regulation[J]. Science, 2016, 35(6725): 818-819.
- [31]李心丹,王冀宁,傅浩. 中国个体证券投资者交易行为的实证研究[J]. 经济研究, 2002, 11: 54-63.  
Li Xindan, Wang Jining, Fu Hao. Investigations on the transaction behaviors of Chinese individual securities investors[J]. Economic Research Journal, 2002, 11: 54-63. (in Chinese)
- [32]陈炜,袁子甲,何基报. 异质投资者行为与价格形成机制研究[J]. 经济研究, 2013, 4: 43-54.  
Chen Wei, Yuan Zijia, He Jibao. The study on behavior of heterogeneous investor and price information[J]. Economic Research Journal, 2013, 4: 43-54. (in Chinese)
- [33]朱伟骅,王振华. 上海证券市场投资者结构与行为报告[R]. 上海: 上海证券交易所研究报告, 2014, 6.

Zhu Weihua, Wang Zhenhua. Report of Investor Structure and Behavior in the Shanghai Security Market [R]. Shanghai: Shanghai Stock Exchange, 2014, 6. (in Chinese)

[34] 张维, 李根, 熊熊, 等. 资产价格泡沫研究综述: 基于行为金融和计算实验方法的视角 [J]. 金融研究, 2009, 8: 182 - 193.

Zhang Wei, Li Gen, Xiong Xiong, et al. The survey of asset price bubble: Based on the behavioral finance and agent-based modelling perspectives [J]. Journal of Financial Research, 2009, 8: 182 - 193. (in Chinese)

## The mechanism and solution for the liquidity stampede crisis in stock markets

WEI Li-jian<sup>1,2</sup>, ZHANG Wei<sup>3,4</sup>, XIONG Xiong<sup>3,4</sup>

1. Business School, Sun Yat-Sen University, Guangzhou 510275, China;

2. Advanced Research Institute of Finance, Sun Yat-Sen University, Guangzhou 510275, China;

3. College of Management and Economics, Tianjin University, Tianjin 300072, China;

4. China Center for Social Computing and Analytics, Tianjin University, Tianjin 300072, China

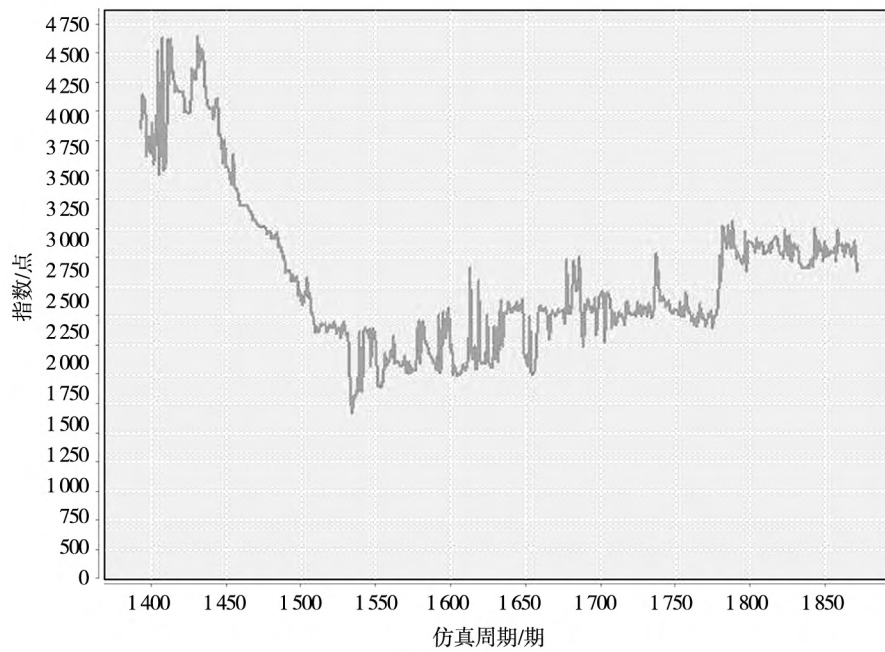
**Abstract:** This paper proposes a scenario-based analysis and solutions for the liquidity stampede crisis in Chinese stock markets in 2015. The agent-based model simulates the realistic features of this liquidity stampede crisis, including monotonous downfall of prices, illiquidity contagion, liquidity dry-up of the whole market, and a slow recovery due to the permanent price impact of the liquidity crisis. More importantly, simulations show that a few margin purchases with high-leverages can cause the liquidity stampede crisis. When irrational investors employ chartist strategies to forecast prices and use the adaptive switching model for portfolio management, the high leverage will stimulate bubbles and crashes and generate illiquidity contagion, which leads to chain reactions of mandatory liquidation. Moreover, the transaction mechanism with continuous double auction and price limit aggravates the liquidity stampede crisis. Based on a scenario-based analysis, three effective solutions, namely, maintaining a low leverage, introducing temporary market makers to support emergency liquidity, and using the block trading system to buy the mandatory liquidation positions, are proposed.

**Key words:** liquidity stampede crisis; agent-based modelling; margin purchases with leverage; scenario-based analysis and solutions; risk management

### 附录 1: 放开涨跌幅限制和允许 T+0 的计算实验测试

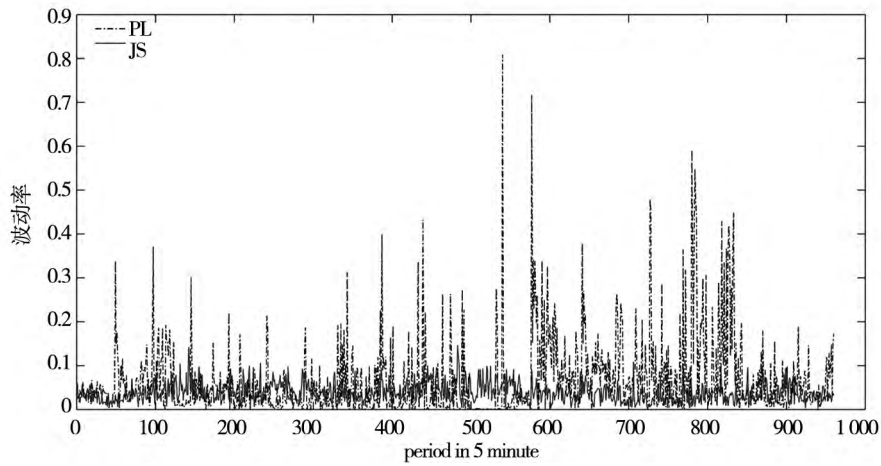
设置一组补充实验, 考察放开涨跌幅限制和允许 T+0 条件下的市场指数走势和价格波动. 价格的日内 5 min 波动率采用上海证券交易所每年发布的《市场质量报告》的计算方法, 即日内 5 min 波动率 = (每 5 min 最高价 - 每 5 min 最低价) / 每 5 min 最高价. 模型每期等于 1 min, 4 800 期一共是 960 个 5 min, 共 960 个数据.

补充实验结果表明, 如附图 1, 价格迅速下跌调整到位, 市场始终有交易, 虽然这样的措施有效解决了流动性踩踏危机, 但是负面影响也十分明显. 如附图 2 统计了整个仿真期间的市场 5 min 日内波动率, 发现市场在各个运行区间的波动都非常大, 波动率经常高于 10%, 远远超出能够承受的范围和监管者的容忍度. 这说明, 在充斥着投资者非理性行为市场中, 放开涨跌幅限制是不符合维持市场稳定的监管目标的.



附图 1 补充实验中泡沫破灭的指数走势

Appendix Fig. 1 The index priceduring the crash in the supplement experiment



附图 2 补充实验与干预实验中日内 5 min 波动率对比

Appendix Fig. 2 The five-minutes volatility of the supplement experiment and the intervention experiment