

中国波动率指数 iVX 与投资者情绪的双向 互动关系

赵曼仪¹, 龙 文^{2,3}

(1. 北京理工大学管理与经济学院, 北京 100081; 2. 中国科学院大学经济与管理学院, 北京 100190; 3. 中国科学院虚拟经济与数据科学研究中心, 北京 100190)

摘 要 本文构建了包含宏观经济和股票市场两个层面的投资者情绪指数体系, 采用分布滞后模型和联立方程模型, 分析了不同层面上情绪对中国波指 iVX 的影响以及两者的互动关系。研究发现, 与仅考虑情绪对 iVX 影响的单方程结果相比, 考虑了双向互动机制下的联立方程模型能发掘更多信息。结果显示, 第一, 在 iVX 运行期间和停止发布后, iVX 对同期宏观层面情绪均具有表征作用; 第二, 在 iVX 运行期间和停止发布后, iVX 可以反映同期的股票市场层面的投资者情绪; 第三, 在 iVX 运行期间, 股票市场情绪会受到 iVX 变化的显著影响, 但这种影响在 iVX 停止发布后消失, 表明投资者情绪在一定程度上受到股市指标的干扰, 而宏观情绪在两段期间内均不会受到 iVX 变化的影响。由于我国股市还处于不断发展和完善的阶段, 本文的研究对于证实 iVX 的实践价值、推进和维护股票市场指标发布和运行具有重要意义。

关键词 iVX; 投资者情绪体系; 双向互动; 表征作用

The Two-way Interaction Between China's Volatility Index iVX and Investor Sentiment

ZHAO Manyi¹, LONG Wen^{2,3}

(1. School of Management and Economics, Beijing Institute of Technology, Beijing 100081, China; 2. School of Economics and Management, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China; 3. Research Center on Fictitious Economy and Data Science, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China)

Abstract This paper constructs an investor sentiment index system that includes two levels of macroeconomics and stock market. ADL and simultaneous equation

收稿日期: 2022-12-01

基金项目: 国家自然科学基金 (71771204); 中央高校基本科研业务费专项基金 (E0E48946X2)

Supported by National Natural Science Foundation of China (71771204); Fundamental Research Funds for the Central Universities of China (E0E48946X2)

作者简介: 赵曼仪, 北京理工大学博士研究生, 研究方向: 计量经济、能源与环境经济, E-mail: yile70345@foxmail.com; 通信作者: 龙文, 中国科学院大学经济与管理学院研究员, 研究方向: 金融市场、行为金融、金融大数据分析, E-mail: longwen@ucas.ac.cn.

models are employed to analyze the impact of sentiment on the Chinese volatility index, iVX, at different levels and the interaction between them. It is found that, compared with the single equation results, which only consider the impact of emotions on iVX, the simultaneous equation model considering the two-way interaction mechanism can discover more information. The results showed that, first, during iVX operation and after it stopped publishing, iVX had the capacity to reflect the macro-level sentiment of the same period; second, iVX can reflect the investor sentiment at the stock market level in the same period during the operation of iVX and after the release is stopped; third, during iVX operation, stock market sentiment will be significantly affected by iVX changes, but this impact will disappear after iVX stops publishing, indicating that investor sentiment is disturbed by stock market indicators to a certain extent, while macro sentiment will not be affected by iVX changes in both periods. In view of the fact that China's stock market is still in the stage of continuous development and improvement, this study is of great significance for confirming the practical value of iVX and promoting and maintaining the release and operation of stock market indicators.

Keywords iVX; investor sentiment system; two-way interaction mechanism; capability of reflection

1 引言

中国 50ETF 期权交易自 2015 年开市以来,成交量迅速扩大,日均合约成交量增长了近 8 倍。波动率指数本质上是由期权价格倒推出的隐含波动率,作为预测市场的重要指标,受到业界与学界的普遍关注。上海证券交易所也于 2016 年 11 月正式发布了我国第一个波动率指数——中国波指 (iVX),其基于方差互换原理,以上证 50ETF 期权合约为基础进行编制,反映投资者对未来 30 天上证 50ETF 波动率的预期。自发布后,该指数一度被业界广泛使用。但出于各种原因,2018 年 2 月 23 日起中国波指暂停发布。

过去的研究发现,在 2008 年次贷危机和 2011 年欧债危机爆发前,以及 2020 年新冠疫情导致金融市场暴跌之前,美国波指 (VIX) 都曾急剧上升,达到了历史高位,这反映了 VIX 在预测风险方面有较好的表现,能够对危机的发生做出提前预判,同时,由于预期体现了投资者情绪,故而 VIX 被国际投资者誉为“恐慌指数”。那么中国波指是否具有类似的性质呢?探究中国波指 iVX 与投资者情绪的关系具有重要意义,一方面,分析 iVX 对情绪的表征作用,可以拓展 iVX 指数的实践意义,帮助投资者和监管者了解和监测市场状况;另一方面,探究情绪对 iVX 的影响,也可以为 iVX 及其他市场指标的发布与运行提供经验借鉴。

为了定量地刻画情绪,以往研究中,获取投资者情绪指标的方法主要分为三类:1) 由问卷和访谈构成的投资者情绪指数。密歇根大学的消费者信心指数是调查法的经典代表 (Lemmon and Portniaguina (2006), Schmeling (2009))。调查法虽能直接度量投资者情绪,但其实施成本高,构建的情绪指数频率较低,时间跨度也比较短。2) 使用股票市场上一些可观察到的代表性指标的历史数据来合成投资者情绪指数。其中, Baker and Wurlger (2006) 提出的方法是目前文献中应用最广泛的一种基于市场变量的投资者情绪指数编制方法。其选取封闭式基金折价率、NYSE 股票换手率、IPO 数量及上市首日收益率、新发行权益份额和股利

溢价作为代理变量来构建情绪指数. 市场变量法的问题是作为投资者情绪代理变量的市场变量可能不只反映投资者情绪, 还反映了情绪与其他影响因素共同作用后的均衡结果 (Qiu and Welch (2004), Da et al. (2014)), 且其构建的情绪指数频率通常不会太高. 3) 从网络信息中获取的投资者情绪指数. 随着信息技术的普及, 越来越多的研究者从互联网信息入手, 采用文本分析的方法对投资者在社交平台上发布的信息或搜索的内容进行分析, 以提取投资者的情绪指标, 这种方法避免了前两种方法的缺点, 但容易受到网络噪音信息的影响. 目前这类度量投资者情绪的文献较为丰富, 用到的文本数据主要来源于雅虎财经 (Antweiler and Frank (2004), Das and Chen (2007), Kim and Kim (2014), Tsukioka et al. (2018)), 微信 (石善冲等 (2018)), Twitter (Behrendt and Schmidt (2018)) 和谷歌搜索 (Da et al. (2014), Gao et al. (2019)) 等.

由于中国波动率指数 iVX 的存在时间不长, 国内外对 iVX 的研究很少. 相关工作主要集中在三个方面, 包括 iVX 的预测能力 (Qiao et al. (2019), 屈满学和王鹏飞 (2017)), iVX 与收益率的关系 (Li et al. (2019)), 以及将波动率指数纳入构建情绪指数的指标体系 (许海川和周炜星 (2018)) 等. 而关于 iVX 与投资者情绪关系的讨论, 只在个别文献中有所涉及, 比如, Li et al. (2019) 通过分析 iVX 与上证 50ETF 的价格及收益率之间的负相关性, 间接表明 iVX 可以反映投资者恐慌情绪, Long et al. (2021) 则通过测度不同时间尺度上的投资者情绪, 直接证实了 iVX 对情绪的表征作用, 但该文中未讨论 iVX 对投资者情绪的反向影响. 金融市场的实践表明, 投资者情绪也会受到波指的影响, 较高的波指可能会导致投资者更加悲观, 而较低的波指会使得投资者更加乐观, 因此, 本文认为, 情绪对波指并非仅存在单向影响, 而应该是双向互动关系.

虽然美国波指 VIX 被视为“恐慌指数”, 但其对情绪的表征作用, 却大多是通过分析波指变动和标的指数收益率的负相关关系来进行间接证明的 (Whaley (2000, 2009), Smales (2016)), 直接证明的研究仅涉及波指对新闻、Twitter 等单一层面情绪的表征作用 (Smales (2014), Zhang (2011)). 至于波指对情绪的反向影响却鲜有涉及, 只有部分文献讨论了收益率和已实现波动率对情绪的影响. 已有的研究表明, 收益率会对投资者情绪产生影响 (Solt and Statman (1988), Brown and Cliff (2005), Wang et al. (2006), Kling and Gao (2008)), 如股市中常见的追涨杀跌的现象; 但对于波动率对情绪的影响, 虽有部分学者对其进行了研究, 如 Wang et al. (2006) 证实了滞后期的已实现波动率会对未来投资者情绪产生影响, Gong et al. (2016) 认为极端的波动率会影响情绪, 但这些都是研究历史的已实现波动率对当期投资者情绪的影响, 并未考虑当期波动率对情绪的影响. 而对于本文所关注的波指与情绪的双向互动影响, 现有研究则较为欠缺.

本文旨在分析中国波指 iVX 与投资者情绪之间的相互影响及互动机制, 因此, 可能的创新点包含以下三个方面: 1) 本文将从宏观经济、股票市场两个层面构建情绪指数, 更为全面立体地分析 iVX 与投资者情绪之间的互动关系, 而之前的研究大多只关注某一层面的情绪. 2) 过去的研究大多通过分析股票市场历史数据或提取网络信息的方法构建单一层面的情绪指数, 考虑到这二者从不同视角反映了投资者的情绪表达和预期, 只采用一种方式可能会在一定程度上损失投资者观点的直接表达或市场交易间接体现的信息, 因此本文引入混频动态因子模型, 提取两种方法计算得到的情绪指数共同因子来综合表示股票市场的投资者情绪.

3) 考虑到情绪与波指的内生性关系, 本文构建了两者的联立方程模型, 在现有研究主要分析情绪对波指的单向影响的基础上, 进一步考虑了波指的发布是否会加剧情绪变化的因素.

本文余下部分的结构安排如下: 第二部分是混频动态因子模型的介绍, 第三部分为宏观经济和股票市场两个不同层面情绪指数的构建, 第四部分为情绪指数与波指互动的实证分析, 第五部分是稳健性检验, 第六部分为研究结论和启示.

2 混频动态因子模型

本文构建的股票市场投资者情绪是基于对股票市场代表性指标的主成分分析结果和对网络信息的文本分析结果综合得到的, 其中, 基于市场变量法得到的投资者情绪指数为周度数据, 而基于文本分析得到的投资者情绪指数为日度数据, 因此, 需要构建混频动态因子模型提取两者的共同情绪指数. 本文用 x_t 表示不可观测的共同情绪因子, 设定其频率为日度, 服从 AR(p) 过程:

$$x_t = \sum_{j=1}^p \rho_j x_{t-j} + e_t. \quad (1)$$

其中, e_t 是均值为 0, 方差为 1 的白噪声. 此外, 记 y_{it} 为周度情绪 i 在 t 日的取值, 其表达式如下:

$$y_{it} = c_i + \beta_i x_t + \sum_{j=1}^n \delta_{ij} y_{it-jD} + u_{it}. \quad (2)$$

这里, β_i 代表不可观测的共同情绪因子对各层面情绪指数的影响水平. y_{it-jD} 代表的滞后项, D 代表低频数据每个周期所包含的天数, 如周度数据 D 的取值为 5, j 代表低频数据的滞后阶数, u_{it} 为同期不相关序列, 并且与 e_t 不相关. 由式 (2) 构成的动态因子模型的状态空间形式如下:

$$y_t = Z_t \alpha_t + \Gamma_t w_t + \varepsilon_t, \quad (3)$$

$$\alpha_{t+1} = T \alpha_t + R \eta_t, \quad (4)$$

其中, $\varepsilon_t \sim N(0, H_t)$, $\eta_t \sim N(0, Q_t)$. $y_t = (y_{1t}, y_{2t})$, 为可观测情绪指数向量, y_{1t} 、 y_{2t} 分别对应周度和日度的股市情绪指数; α_t 为 $m \times 1$ 维状态向量, 即共同情绪因子; w_t 为包含常数项和可观测的情绪指数滞后值; ε_t 和 η_t 分别是量测方程和转移方程的残差.

由于频率不同, y_t 中存在缺失值, 在采用极大似然方法估计模型中参数时, 缺失值没有提供数据信息, 因此将 y_t 的联合密度函数写成:

$$f(y_t; \theta) = \prod_{t \notin A} f(y_{1,t}, y_{2,t}; \theta) \prod_{t \in A} f(y_{1,t}; \theta), \quad (5)$$

其中, 对于 $t \in A$, y_{2t} 是缺失值, 基于式 (3) 可以对式 (5) 做如下变换:

$$\gamma_t y_t = \gamma_t Z_t \alpha_t + \gamma_t \Gamma_t w_t + \Gamma_t \varepsilon_t. \quad (6)$$

当观测向量 y_t 中无缺失值时, γ_t 为 2×2 维单位阵, 即 I_2 ; 观测向量中 y_t 第 i 个变量为缺失值, 则 γ_t 表示删除单位阵第 i 行的 1×2 矩阵.

在式 (6) 中, 不存在缺失值问题. 因此, 对式 (4) 和式 (6) 构成的状态空间模型, 可以采用基于 Kalman 滤波的极大似然估计方法得到参数的一致估计量, 并同时可以得到状态变量的滤子估计值和平滑估计值.

3 情绪指数构建

3.1 宏观经济情绪指数构建

为反映经济整体发展的最新状况和趋势, 本文分别从生产方面选取了采购经理人指数 (PMI)、生产价格指数 (PPI), 消费方面选取了消费者满意指数 (SI)、消费者物价指数 (CPI)、社会消费品零售总额 (RSCD), 经济景气方面, 本文选取了宏观经济景气指数的一致指数 (CBCI), 该指标中国经济景气监测中心发布的, 在此基础上构建宏观层面的情绪指数, 变量均为月度数据, 数据来自 WIND 数据库. 由于 iVX 的持续时期为 2015 年 2 月 9 日至 2018 年 2 月 22 日, 所以宏观变量的时间段为 2015 年 2 月至 2018 年 2 月.

本文参考 Brown and Cliff (2005), Baker and Wurgler (2006) 对情绪指数的合成方法, 用以下两个步骤得到最终的情绪指数: 第一步, 对 6 个同期情绪指标与各自滞后一期指标共 12 个变量整体进行主成分分析, 提取主成分 MacSEN; 第二步, 将合成的情绪指数 MacSEN 与 12 个变量进行相关性比较, 挑选出与合成指数相关度最高的 6 个变量再次进行主成分分析, 提取主成分作为最终情绪的合成指数 MacSI, 最终 MacSI 的表达式见式 (7). 为了检验宏观情绪的准确性, 本文对比了 GDP 与 MacSI 的变动趋势, 发现两者的变化具有一定的相似性, 相关系数达到 0.8, 印证了宏观情绪指数的可靠性. MacSI 的变化趋势如图 1 所示, 在 iVX 运行的期间, 宏观情绪呈现出逐渐上升的趋势, 反映了我国经济水平稳步发展的态势.

$$\begin{aligned} \text{MacSI}_t = & 0.458\text{CBCI}_{t-1} + 0.383\text{PMI}_{t-1} + 0.437\text{PPI}_{t-1} + \\ & 0.424\text{SI}_t - 0.326\text{CPI}_{t-1} + 0.405\text{RSCD}_{t-1}. \end{aligned} \quad (7)$$

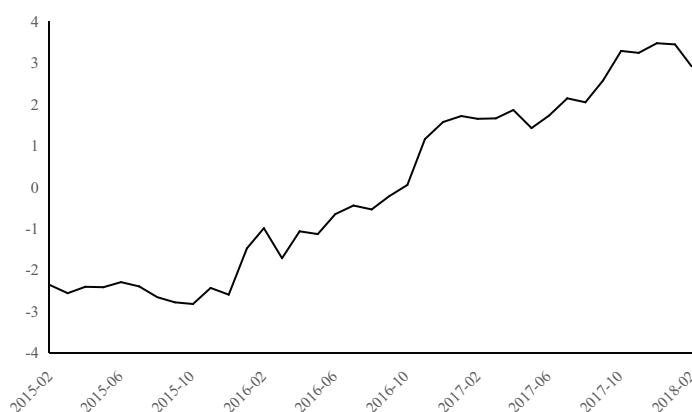


图 1 MacSI 变化趋势

3.2 股票市场情绪指数构建

构建股票市场层面投资者情绪指数的方式是从两类基础指数中提取的共同因子,一类从股票市场交易指标中提取情绪,市场交易指标从投资者的交易行为角度反映了投资者对市场的态度;另一类是分析网络论坛发帖,即加工处理交易者对股票市场直观看法的文本信息,从而测度投资情绪的变化.两种方法的结合有助于获取投资者对市场态度的不同维度信息,从而更全面地刻画投资者情绪.

从市场交易层面编制情绪指数时,参考 Baker and Wurgler (2006, 2007) 提出的经典方法,他们选取了 6 个变量,分别为:封闭式基金折价率、股票换手率、IPOs 的数量、IPOs 的首日收益、新发债券和股票中新发股票所占比例、分红与不分红公司的平均资产市值比的对数差(股利溢价).但 Chen et al. (2012) 的研究发现封闭式基金折价率并不是情绪的代理指标,邹亚生和栗坤全 (2010) 指出大部分基金的折价率均值具有结构突变特征,解释了封闭式基金折价长期存在的原因,一定程度上拒绝了投资者情绪理论对封闭式基金折价之谜的解释,说明封闭式基金折价率并非合适的情绪代理指标.同时,与美国股市相比,中国资本市场具有其特殊性,比如中国股市分红情况较少,投资者收益大部分来自资本利得.本文参考易志高和茅宁 (2009),许海川和周炜星 (2018) 的研究,选取 IPOs 的首日收益 (RIPO)、IPOs 的数量 (NIPO)、换手率 (TO)、市盈率 (PE) 和新增投资者数量 (NIA) 作为代理情绪变量,其均为周度变量,数据来自 WIND 数据库.

本节采用与宏观情绪相同的方法进行主成分分析,分两步提取中观层面的股票市场交易情绪指数 MeSI,得到最终表达式 (8).

$$\text{MeSI}_t = 0.454\text{RIPO}_t + 0.368\text{NIPO}_{t-1} + 0.189\text{NIA}_t + 0.202\text{TO}_{t-1} + 0.358\text{PE}_t. \quad (8)$$

进一步,本节还将基于网络信息提取投资者情绪.我们使用网络爬虫技术,抓取东方财富股吧论坛上的发帖信息作为数据源.东方财富网股吧在行业内具有领先优势,相比于国内其他的股票论坛,拥有更大的访问量和影响力,综合 Alexa 的网站流量以及百度权重排名,东方财富网股吧目前在各大股票论坛中排名第一,其次,作为国内最早上线的股票论坛之一,东方财富网股吧上的数据可追溯时间长,且保留了发帖人、发帖时间、标题、浏览量、回帖量等多维信息,因此可以认为该股票论坛上的发帖体现了市场上大部分个人投资者对股票市场的直接情绪.本文从东方财富网股吧抓取了 2015 年 2 月 9 日至 2018 年 2 月 22 日期间中证 800 指数包含的所有股票的股市评论信息,累计约 1700 万条记录.中证 800 包括中证 500 和沪深 300 成份股,综合反映了沪深证券市场上大中小市值公司的整体状况,能较为全面地反映股票市场走势.

本文采用“两步法”(Shi (2018)) 进行投资者情绪的识别.考虑到网络信息中存在大量的噪音干扰,我们第一步先将发帖文本区分为噪声文本和非噪声文本,从而排除发帖中的噪声数据;第二步再将非噪声文本划分为看涨情绪和看跌情绪.在每一步中,都需要经过数据清洗、文本特征表示、特征抽取和构造情绪分类器这几个步骤对文本信息进行处理,具体过程如下:

1) 数据清洗

中文句子中包含了一些不含明显情感倾向的文本、乱码等, 它们对于情感分类算法没有作用, 在数据清洗的过程中, 首先删去此类词语, 并对文本进行了分词处理.

2) 特征表示

为了使计算机能够识别文本, 在进行文本分析之前必须将文本表示成计算机可以识别的形式. 本文采用目前学术界常用的 Word2vec 表示词语, 它根据词汇所在上下文计算出词向量, 充分捕获上下文的语义信息, 在文本分类上具有良好性能 (Wolf et al. (2014)), 然后借助 TF-IDF (term frequency-inverse document frequency, 词频与逆文档频率) 算法计算短文本中词汇的权重, 提出加权 Word2vec 文本向量.

Word2vec 包含了两种训练模型, 分别是 CBOW (continuous bag-of-words model) 和 Skip-gram. 与 CBOW 模型相比, Skip-gram 语义准确率高, 但计算复杂度高, 模型训练耗时较长. 本文采用 Skip-gram 模型通过上下文预测给定词, 数学表示如下式 (9), 其中 W_t 为语料词典中的词语.

$$P(W_{t-k}, W_{t-k-1}, \dots, W_{t+k-1}, W_{t+k}). \quad (9)$$

TF-IDF 的主要思想: 如果某个词或短语在一篇文章中出现的频率高, 且在其他文章中很少出现, 则认为此词或者短语具有很好的类别区分能力, 是 TF 词频 (term frequency) 与 IDF 逆向文件频率 (inverse document frequency) 的乘积.

$$\text{tfidf}_{i,j} = \text{tf}_{i,j} \times \text{idf}_{i,j} = \frac{n_{i,j}}{\sum_k n_{k,j}} \times \log \frac{|D|}{|\{j : t_i \in d_j\}|}, \quad (10)$$

其中, $n_{k,j}$ 是词 t_i 在文件 d_j 中出现次数, 而分母 $\sum_k n_{k,j}$ 是文件 d_j 中所有字词的出現次数之和, $|D|$ 表示语料库中的文件总数, $|\{j : t_i \in d_j\}|$ 表示包含 t_i 的文件数目.

累加文档词汇的加权 Word2vec 词向量, 得到文档 d_j 新的向量 $R(d_j)$:

$$R(d_j) = \sum_t \text{word2vec}(t) \quad \text{where } t \in d_j, \quad (11)$$

其中 $\text{word2vec}(t)$ 表示词汇 t 的 Word2vec 词向量.

3) 构造情绪识别分类器本文构建了基于 SVM 的情绪分类器进行投资者情绪的识别. 在第一步“噪声-非噪声”问题中, 将非噪声数据标签为 +1, 噪声数据标签为 -1; 在第二步“看涨-看跌”问题中, 建立投资者的看涨情绪为 +1 的标签, 建立投资者情绪看跌为 -1 的标签, 从而通过对文本的分类, 识别投资者的情绪. 表 1 展示了投资者情绪分类器的准确率.

识别投资者的个人情感倾向后, 进而将所有个人投资者的观点综合成为市场上的投资者情绪指数. 参考 Kim (2014), Wu et al. (2014), Antweiler and Frank (2004) 的方法, 定义 M_t^{BUY} 为 t 时段内看涨发帖数, M_t^{SELL} 为 t 时段内看跌的发帖数, 则基于网络信息的投资者情绪指数 MicSI_t 的编制方法为:

$$\text{MicSI}_t = \ln \left[\frac{1 + M_t^{\text{BUY}}}{1 + M_t^{\text{SELL}}} \right]. \quad (12)$$

表 1 SVM 情绪分类器的预测准确率

	准确率/%	召回率/%	F 值/%
非噪声-噪声	75.567	75.200	75.383
看涨-看跌	75.216	70.391	72.724

由于 MeSI 和 MicSI 分别为周度和日度数据, 因此在获取两种情绪的基础上, 本节采用第 2 部分介绍的混频动态因子模型提取股票市场的综合情绪因子来表示股票市场情绪, 因子模型中量测方程、转换方程分别如式 (13)、式 (14) 所示.

$$\begin{pmatrix} y_1^t \\ y_2^t \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \beta_1 & 1 \\ \beta_2 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_t \\ u_1^t \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & \gamma_w \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 \\ y_{t-2}^2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ u_t^2 \end{pmatrix}, \tag{13}$$

$$\begin{pmatrix} x_{t+1} \\ u_{t+1}^1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \rho & 0 \\ 0 & \gamma_1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_t \\ u_1^t \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e_t \\ \delta_t \end{pmatrix}. \tag{14}$$

在转换方程中, 协方差矩阵如下:

$$H_t = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & \delta_2^2 \end{pmatrix}, \quad Q_t = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & \delta_1^2 \end{pmatrix}.$$

本文采用卡尔曼滤波对混频动态因子模型进行估计, 将其结果作为股票市场情绪 MarSI. 图 2 展示了 MarSI 以及 iVX 的变化趋势.

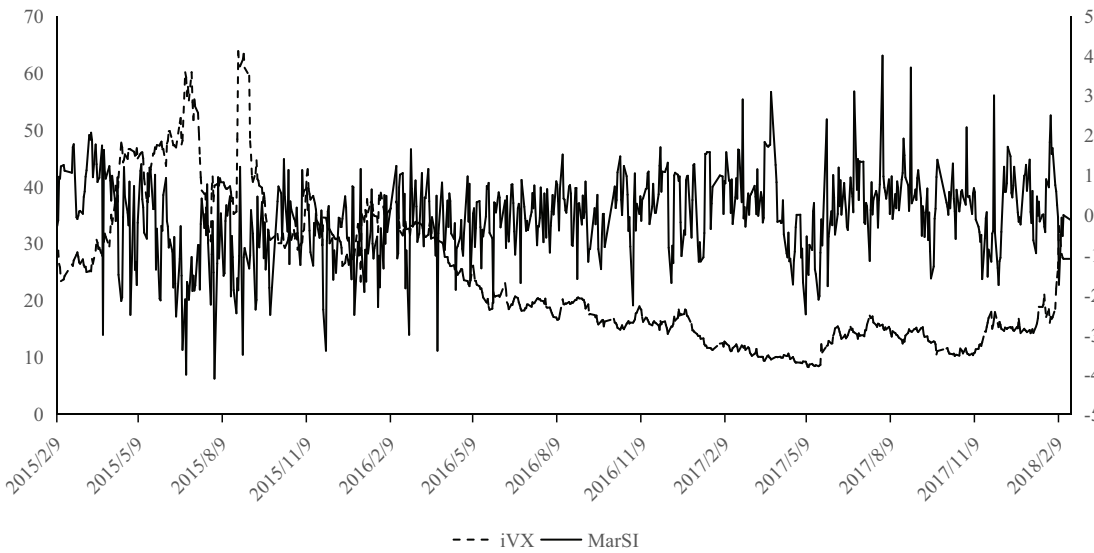


图 2 iVX 与 MarSI 变化趋势

4 情绪指数与 iVX 互动分析

在得到宏观经济和股票市场层面的投资者情绪后, 本文将进一步采用格兰杰因果检验、ADL 模型, 针对情绪对 iVX 的影响逐步展开讨论分析, 并构建联立方程模型分析波指与投资者情绪的双向互动关系。

4.1 宏观经济层面

在宏观经济层面上, 首先使用格兰杰检验探究月度 iVX (MiVX) 与宏观情绪 MacSI 的因果关系。格兰杰检验要求数据满足平稳性, 因此在建模前, 先对各个变量进行平稳性检验, 结果如表 2 所示。

从表中可以看出, MiVX、MacSI 非平稳, 故对其进行一阶差分, 分别得到 DMiVX 及 DMacSI。Johansen 协整检验显示 MacSI 和 MiVX 在 10% 的显著性水平下不存在协整向量, 因此, 本文采用 DMiVX 与 DMacSI 进行格兰杰因果检验, 滞后阶数根据 AIC、SC 进行选择, 结果如表 3 所示。

表 3 显示, 在 10% 的显著性水平下, DMiVX 与滞后期的 DMacSI 之间均不存在 Granger 双向因果关系, 因此认为 MiVX 不会受到过去的 MacSI 影响, 也不能引起未来 MacSI 的变化。

进一步构建 MacSI 对 MiVX 的回归表达式, 根据波指的计算公式, 其受到期权价格、期权执行价以及无风险利率的影响, 其中, 期权又受到投资者情绪及其他因素的影响, 因此, 在构建波指的回归表达式时, 本文选取了不同时期的投资者情绪、期权平均执行价、Shibor 一年无风险利率 R 以及滞后期的波指作为解释变量, 分别表示为 MacSI、MSP、MSR 和 MiVX, 均为月度平均值。由于 iVX 不仅受到同期情绪、利率、期权价格的影响, 也可能受到这些解释变量滞后值的影响, 这正符合分布滞后模型 (ADL) 的适用情况, 该模型认为经济变量的影响存在滞后效应。

对 MSR 和 MSP 进行单位根检验, 结果显示, MSR 和 MSP 均为非平稳序列, 因此本

表 2 宏观层面平稳性检验

变量	形式	ADF	PP	结论
MiVX	原始数值	-0.527	-1.233	非平稳
DMiVX	一阶差分	-4.866***	-4.745***	平稳
MacSI	原始数值	-0.242	-0.198	非平稳
DMacSI	一阶差分	-6.026***	-5.380***	平稳

注: ***, **, 和 * 分别表示在 1%, 5% 和 10% 的水平下拒绝原假设。

表 3 宏观层面格兰杰检验结果

原假设	F 统计量	P 值
DMacSI 不是 DMiVX 的成因	0.052	0.950
DMiVX 不是 DMacSI 的成因	0.706	0.502

文对 MiVX、MacSI、MSR 和 MSP 进行协整检验,结果显示显示协整变量存在,表明可以直接建立 ADL 模型,因此建立表达式如式 (15). 本文没有引入 $(t-1)$ 期的 MSR 和 MSP, 原因在于 iVX 的计算公式中仅涉及 t 期的利率和 t 期交易的期权行权价.

$$\text{MiVX}_t = \alpha + \sum_{k=0}^w \beta_k \text{MacSI}_{t-k} + \sum_{r=1}^q \lambda_r \text{MiVX}_{t-k} + \kappa \text{MSR}_t + \theta \text{MSP}_t + \varepsilon_t.$$

(15)

由于变量不同滞后期之间存在共线性, 因此我们使用 Almon 多项式, 它属于常见的处理方法, 将参数转化为多项式的形式, 具体表达如式 (16), 其中, 多项式参数 h 取决于残差平方和与自由度之商.

$$\beta_s/\lambda_s = \sum_{k=0}^h \phi_k s^k.$$

(16)

回归结果见表 4, 结果显示, 当期宏观情绪 MacSI 显著地负向影响 MiVX, 证实了 iVX 对宏观情绪具有表征作用.

由于单方程回归没有考虑当期解释变量对被解释变量的影响, 因此, 在分析 MacSI 对 MiVX 的影响时, 如果情绪也受到同期 MiVX 的影响, 那么模型将存在内生性的问题, 因此需要构建联立方程模型研究 MiVX 与 MacSI 的双向互动关系. 若联立方程满足内生性条件, 则可基于联立方程分析 MiVX 对 MacSI 的影响, 反之则说明当期 MiVX 对 MacSI 不存在影响. 因此, 我们建立如下的联立方程:

$$\text{MiVX}_t = \alpha + \sum_{k=0}^w \beta_k \text{MacSI}_{t-k} + \sum_{r=1}^q \lambda_r \text{MiVX}_{t-k} + \kappa \text{MSR}_t + \theta \text{MSP}_t + \varepsilon_t,$$

(17)

$$\text{MacSI}_t = \gamma + \sum_{h=1}^p \delta_h \text{MiVX}_{t-h} + \sum_{s=1}^l \varpi_s \text{MacSI}_{t-s} + \zeta_t.$$

(18)

两个联立方程组中, 第一个方程式 (17) 的滞后阶数参照式 (15) 的选择结果, 第二个方程式 (18) 也是 ADL 模型, 表示当期情绪除了受滞后期影响外, 也受到波指的影响, 滞后阶数参考 AIC、SC 准则.

为了检验模型是否存在内生性问题, 我们采用 Hausman 检验, 结果显示 e_t 的回归系数在 10% 的水平下不显著, 因此认为不存在内生性问题, 即 MacSI 不会受到当期 MiVX 的影响. 结合格兰杰检验的结果, 可以认为 MacSI 不会受到任何时期 (无论是滞后期还是当期) 的 MiVX 的影响, 这符合宏观情绪的定义, 因为其反映的是宏观经济的运行情况和预期,

表 4 宏观层面 ADL 模型估计结果

系数			t 统计量		
系数			系数		t 统计量
α	-24.639***	-4.706	κ	-1.616	-1.012
β_0	-2.651***	-4.089	θ	1.164*	1.677
λ	0.421***	3.011			

与股票市场的交易无关, 而 iVX 是以上证 50ETF 期权为标的, 期权价格更多受到股票市场的因素影响, 因此宏观情绪不会受到波指的冲击. 已有研究显示, 宏观经济主要通过财富效应等发挥作用, 即股票市场的上涨引起居民收入的增加, 从而促进私人消费 (Boone (1998), 芬克 (2004)), 但这种传导机制主要和股票收益率有关, 与波动率的相关性较小. 虽然宏观情绪不会受到波指的影响, 但反过来, 波指会受到当期宏观情绪的影响, 即当投资者对未来经济表示担忧时, 波指数值会增大.

4.2 股票市场层面

在股市层面上, 日度数据 MarSI、iVX 及其一阶差分的平稳性检验结果如表 5, 因此采用 DiVX 进行格兰杰检验. 表 6 的格兰杰检验表明, 滞后期 iVX 无法显著地影响 MarSI, 但滞后的 MarSI 可以显著影响 iVX.

在格兰杰检验结果的基础上, 本文进一步分析情绪对 iVX 的影响. 与 4.1 节相同, 我们构建 ADL 模型, 设定系数为 Almon 多项式, 除了 MarSI 与被解释变量的滞后项作为解释变量外, 还包括利率的一阶差分 and 平均行权价的一阶差分, 即 DDSR 与 DDSP, 模型见式 (19):

$$\text{DiVX}_t = \alpha + \sum_{h=0}^m \beta_h \text{MarSI}_{t-h} + \sum_{r=1}^q \lambda_r \text{DiVX}_{t-r} + \kappa \text{DDSR}_t + \theta \text{DDSP}_t + \varepsilon_t. \quad (19)$$

与 4.1 节中宏观层面的分析类似, 滞后阶数根据 AIC、SC 准则选择, 得到的回归结果如表 7 所示. 结果显示, 在股市层面上, 投资者情绪对同期 DiVX 存在显著影响, 证实了 iVX 可以及时反映股票市场情绪, 提高投资者对市场的认知, 该研究结果和 Smales (2014) 关于 VIX 的情绪表征作用结论一致, 他发现 VIX 与同期的新闻情绪指数也呈现正向线性关系,

表 5 股票市场层面平稳性检验

变量	形式	ADF	PP	是否平稳
MarSI	原值	-5.836***	-18.984***	平稳
iVX	原值	-1.483	-1.989	不平稳
DiVX	一阶差分	26.513***	26.505***	平稳

表 6 股票市场层面格兰杰检验结果

原假设	F 统计量	P 值
MarSI 不是 DiVX 的成因	0.982	0.416
DiVX 不是 MarSI 的成因	3.939***	0.003

表 7 股票市场层面 ADL 模型估计结果

	系数	t 统计量		系数	t 统计量
α	0.034	0.548	λ_1	0.048	1.311
β_0	-0.578***	-9.152	κ	-4.122***	-2.939
β_1	-0.068	-0.486	θ	-5.279	-1.387

但其研究目的并非聚焦于两者的因果关系, 因此没有在回归式中纳入除情绪指数外的其他控制变量. 此外, Audrino et al. (2020), Lehrer et al. (2021) 还从预测的角度分别证实了投资者情绪对于已实现波动率和 VIX 的预测作用. 除 iVX 外, 利率也是影响 iVX 的重要因素.

与宏观层面类似, 股票市场层面的情绪与波指也可能存在同期的双向影响, 从而导致单方程回归同样存在内生性的问题, 使得回归估计不准确. 因此, 本节采用与 4.1 节相同的方法, 建立联立方程模型, 并采用 Hausman 检验分析内生性. MarSI 与波指的联立方程模型为式 (20) (21), 考虑到股票市场情绪除了受到 iVX 变动的影响, 还可能受到股票市场其他指标的影响, 因此在对 MarSI 的回归式中加入上证收益率 Ret 和上证收益率的符号 Sign 作为控制变量.

$$\text{DiVX}_t = \alpha + \sum_{h=0}^m \beta_h \text{MarSI}_{t-h} + \sum_{r=1}^q \lambda_r \text{DiVX}_{t-r} + \kappa \text{DDSR}_t + \theta \text{DDSP}_t + \varepsilon_t, \quad (20)$$

$$\begin{aligned} \text{MarSI}_t = & \gamma + \sum_{h=0}^p \delta_h \text{DiVX}_{t-h} + \sum_{s=1}^l \varpi_s \text{MarSI}_{t-s} + \\ & \sum_{r=1}^w \eta_e \text{Ret}_{t-r} + \sum_{a=1}^b \vartheta_a \text{Sign}_{t-r} + \zeta_t. \end{aligned} \quad (21)$$

Hausman 检验显示在 10% 的水平下显著, 因此认为方程存在内生性, 进一步计算方程的回归系数如表 8 所示. 结果显示, 在联立方程模型下, 一方面, 当期情绪仍然显著影响波指, 再次证实了 iVX 可以表征投资者对于股票市场的预期; 另一方面, 投资者情绪也会受到滞后期 iVX 的影响, 这在一定程度上说明中国的“恐慌指数”在一定程度上会加剧市场的进一步恐慌, 产生这种现象的原因可能在于投资者的保守性偏差, 即人们会忽略新的变量, 自然地保持原有的观点, 因此投资者在对市场状况判断时, 仍会依照包括 iVX 在内的过去信息. 结合 2018 年 2 月 22 日之后 iVX 停止发布的消息, 本文认为, 我国股票市场仍属于新兴市场, 投资者以中小散户为主, 其收集与处理信息的能力有限, 容易受到市场指标的干扰, 产生追涨杀跌的行为, iVX 的发布可能会放大投资者的情绪反应. 此外, 表 8 还展示了股票收益率对投资者情绪存在显著的正向影响, 但股票收益率的正负性不存在显著的影响, 这与过去的研究对美国和中国的情绪和股票收益率的讨论一致 (Antweiler and Frank (2004), Behrendt and Schmidt (2018)). 虽然中美股票市场的机构投资者与个人投资者占比存在明显差异, 但两个股票市场的投资者情绪均受到了股票收益率的正向冲击, 这一现象是动量策

表 8 股票市场层面联立方程回归结果

系数			t 统计量		
α	0.113		1.313	γ	0.053
β_0	-2.071***		-3.867	δ_0	-0.003
β_1	0.480		0.562	δ_1	-0.385**
λ_1	0.112***		2.585	ϖ_1	0.290***
κ	-0.361		-0.060	η	2.706*
θ	-3.996		-1.343	ϑ	4.649
					0.968

略的基础: 投资者预期前期收益率较高的股票未来期间依旧会具有良好的表现, 因此呈现出积极的情绪并采取做多的投资策略。

5 稳健性检验

为了进一步验证第四部分的回归结果, 本文选择 iVX 停发后的 2018 年 3 月 1 日至 2019 年 12 月 31 日作为宏观层面情绪与波指互动关系的检验期间, 根据上交所发布的《上证 50 ETF 波动率指数编制方案》对暂停发布后的中国波指进行复原计算, 同时, 在宏观层面计算情绪指数, 然后建立与 4.1 节相同的回归式, 以检验结果的一致性。由于股市层面情绪指数计算的基础指标 NIA 在 2019 年 2 月 22 日后由周度数据变更为月度数据, 因此, 本文选取 2018 年 2 月 23 日至 2019 年 2 月 28 日作为时间窗口, 重新计算股市层面情绪指数并检验该期间内 iVX 与股市情绪的互动机制。

本文仍采用 4.1 节介绍的两阶段主成分分析, 通过对比第一阶段情绪指数和各指标当期的相关性与情绪指数和各指标滞后 1 期的相关性, 选择宏观采购经理人指数 (PMI_t)、生产价格指数 (PPI_{t-1})、消费者满意指数 (SI_t)、消费者物价指数 (CPI_t)、社会消费品零售总额 ($RSCD_t$) 和宏观经济景气指数的一致指数 ($CBCI_t$) 作为主成分分析的基础指标。结果显示第一主成分的解释比率达到 71.023%, 因此可以认为其具有综合表示宏观层面整体运行情况的能力, 因此将其作为宏观情绪指数。

格兰杰因果检验显示两者不存在格兰杰因果关系, 因此建立与式 (15) 相同的回归式, 结果如表 9 所示, β_0 系数显著为负, 表明在波指停发期间, 当期 MacSI 仍可以显著地影响 iVX, 即波指可以反映宏观情绪的变化, 这一发现佐证了波指是宏观情绪的良好表征指标。进一步, 本文构建同式 (17) (18) 的联立方程模型, 分析停止发布后宏观情绪与波指的双向互动影响, Hausman 检验结果表明在 10% 的显著性水平下, 拒绝了方程的内生性假设, 即 iVX 和情绪不存在同期的双向影响, iVX 不能引起宏观情绪的变化。这与 4.1 节 iVX 发布期间的结论一致。

在股市层面上, 与 4.2 节类似, 本节一方面采用主成分法计算了停止发布后基于股票市场交易的情绪指数 MeSI, 采用第一、二主成分的加权平均值作为 MeSI 的最终结果; 另一方面, 通过分析网络发帖信息计算检验期内基于网络信息的情绪指数 MicSI; 最后, 通过混频动态因子模型计算得到股票市场层面的情绪指数 MarSI。同样地, 建立式 (19) 的 ADL 模型以分析 MarSI 对波指的影响, 结果如表 10 所示, 仍然证明 iVX 对股票市场情绪具有表征作用。

接下来本文通过建立式 (20) (21) 所示的联立方程模型, 检验股票市场层面投资者情绪与 iVX 的互动作用。Hausman 检验表明 10% 显著性水平下拒绝模型存在内生性的假定, 说明检验期内不适合采用联立方程模型分析 iVX 和股票市场情绪的相互影响, 更进一步验证了表 10 中估计结果的准确性, 即在 iVX 停发后, 股市层面的投资者情绪依然是影响 iVX 的

表 9 检验期宏观层面 ADL 模型估计

系数			t 统计量		
系数			t 统计量		
α	29.603***	2.638	κ	-4.402*	-1.892
β_0	-0.810*	-1.869	θ	-7.005	-1.607
λ_1	0.391*	1.930			

表 10 检验期股票市场层面 ADL 模型估计结果

系数			t 统计量		
α	-0.128	-1.521	λ_1	0.013	0.199
β_0	-1.729***	-3.507	κ	-6.028**	-1.976
β_1	-0.076	-0.150	θ	-4.645	-1.043

重要因素, iVX 对股市情绪的表征作用没有消失, 证实了 4.2 节的分析结果.

最后, 为了证实检验期内 iVX 对股票市场情绪是否存在显著的影响, 本文建立如式 (22) 所示的回归模型, 回归结果如表 11 所示. 结果显示, iVX 对股市情绪的反向影响会随着 iVX 的停发而消失, 这反过来说明投资者确实会受到市场指标的干扰, 产生非理性投资的现象. 现有研究中鲜有关于波动率指数对投资者情绪影响的分析, 但有部分学者讨论了已实现波动率对投资者情绪的作用, 如张博等 (2021) 认为中国股票市场的价格波动可以基于市场预期中介变量间接负向作用于投资者情绪, Wang et al. (2006) 也发现美国股票市场的已实现波动率对情绪的预测作用. 考虑到已实现波动率与波动率指数被证实具有较强的线性相关关系 (屈满学和王鹏飞 (2017), Jiang and Tian (2005)), 可以认为本文的结论与已有的研究是一致的, 而且, 本文的研究直接证实了波指对情绪的作用, 这也填补了目前学界关于波指对情绪影响研究的缺失.

与此相对的是, 市场收益率依旧是投资者可以关注到的股市指标, 其对投资者情绪产生的正向影响没有随着 iVX 的停发而消失, 表明投资者追涨杀跌的行为持续存在. 检验期内 ϑ_1 的估计结果显著为正, 说明投资者情绪在此期间也一定程度地受到了股市涨跌性质的影响.

$$\text{MarSI}_t = \gamma + \sum_{h=0}^p \delta_h \text{DiVX}_{t-h} + \sum_{s=1}^l \varpi_s \text{MarSI}_{t-s} + \sum_{r=1}^w \eta_r \text{Ret}_{t-r} + \sum_{a=1}^b \vartheta_a \text{Sign}_{t-r} + \zeta_t. \quad (22)$$

表 11 检验期股票市场层面反向回归结果

系数			t 统计量		
γ	0.241	0.404	ϖ_1	0.408***	4.421
δ_0	0.032	0.509	η_1	2.035*	1.932
δ_1	-0.362	-0.576	ϑ_1	0.227*	1.788

6 研究结论与启示

本文主要研究了中国波指 iVX 对投资者情绪的表征作用及其对情绪的反向影响. 已有的研究较少涉及波指与投资者情绪互动关系的讨论, 而本文构建了一个包含宏观经济和股票市场层面的立体投资者情绪测度体系, 通过建立 ADL 和联立方程模型, 一方面分析了情绪对 iVX 的影响并测度其影响程度; 另一方面探究了 iVX 对情绪的反向影响, 这对证实 iVX 理论价值和理性判别其负面影响具有重要意义.

本文的主要发现包括: 第一, 在宏观层面和股票市场层面上, 投资者情绪都可以显著地影响 iVX, 因此 iVX 对两种情绪都具有表征作用; 第二, 宏观情绪不会受到 iVX 的影响, 这

与宏观情绪主要反映宏观经济运行及其预期的内涵一致, 而股票市场情绪会显著受到滞后期 iVX 的影响, 说明 iVX 对股市的投资者情绪具有反向作用, 反映了投资者行为的保守性偏差; 第三, 在 iVX 停止发布后, iVX 仍具有表征宏观与股票市场层面投资者情绪的作用, 但股票市场情绪不再受到 iVX 变化的影响, 反过来也印证了在 iVX 的发布确实会在一定程度上影响股市情绪。

由于中国的波动率指数尚处于起步阶段, 本文的研究结果为 iVX 的发展提供了理论基础和科学依据。从指数的编制角度分析, iVX 对未来波动预期的刻画准确性依赖于合理的编制方法和准确的输入参数。iVX 的编制基础是方差互换原理, 该方法相较于依据传统 BS 模型推导得出的隐含波动率, 避免了由于模型设定导致的偏误, 因此能更真实地反映投资者对未来 30 天波动的预期。同时, 上证 50ETF 期权价格的准确性对 iVX 的测算也有重要影响。目前, 上证 50ETF 期权采用做市商交易制度以保障期权交易的流动性, 从成交量来看, 50ETF 期权发布以来成交量逐渐上涨, 目前每日成交张数可达 200 万以上, 表明市场交易较为活跃且期权价格更加贴近真实水平, 因此 iVX 从一定程度上可以反映投资者的预期波动和投资者情绪, 这与上交所发布波指的初衷一致, 即监测市场变化和投资者情绪, 还可为资产管理机构和其他投资者提供管理风险的重要工具。

因此本文建议, 可以考虑在保证期权交易流动性的前提下, 重新发布 iVX 指数, 这也有利于监管部门提升对国内金融市场变化的把握, 有效进行金融监管, 但同时也必须考虑到 iVX 在一定程度上会对股市的投资者情绪产生影响, 故而对投资者进行合理有效的投资指导和宣传教育, 使其了解 iVX 的含义及计算方式, 学会分辨 iVX 提供的行情信息, 避免非理性的股票投资交易, 从而降低市场剧烈波动的风险, 实现金融市场的健康、可持续发展, 促进宏观经济体系的良好运行。本文主要聚焦于中国波指 iVX 与投资者情绪的互动关系, 在未来的研究中可以进一步横向比较美国等成熟市场的波动率指数与投资者情绪间的关系, 进而分析我国股市与成熟经济体股市的异同以及产生其差别的原因。此外, 研究波指与收益率等股票市场指标之间的互动关系, 对于分析投资者情绪波动的意义十分重要, 但受限于股票市场指标与投资者情绪的内生性问题, 这个问题一直没有得到很好的解决, 本文通过构建联立方程, 在一定程度上克服了变量的内生性, 在后续研究中可以通过引入工具变量的方式, 从个体投资者层面进行分析以克服变量间的内生性问题, 进一步厘清两者间的相互影响。

参 考 文 献

- 屈满学, 王鹏飞, (2017). 我国波动率指数预测能力研究 —— 基于隐含波动率的信息比较 [J]. 经济问题, (1): 60-66.
- Qu M X, Wang P F, (2017). Study on Forecasting Ability of Chinese Volatility Index (iVX): Based on the Information Comparison of Implied Volatility[J]. On Economic Problems, (1): 60-66.
- 石善冲, 朱颖楠, 赵志刚, 康凯立, 熊熊, (2018). 基于微信文本挖掘的投资者情绪与股票市场表现 [J]. 系统工程理论与实践, 38(6): 1404-1412.
- Shi S C, Zhi Y N, Zhao Z G, Kang K L, Xiong X, (2018). The Investor Sentiment Mined from WeChat Text and Stock Market Performance[J]. Systems Engineering — Theory & Practice, 38(6): 1404-1412.
- 许海川, 周炜星, (2018). 情绪指数与市场收益: 纳入中国波指 (iVX) 的分析 [J]. 管理科学学报, 21(1): 88-

- 96.
- Xu H C, Zhou W X, (2018). Sentiment Index and Market Return Considering the iVX[J]. *Journal of Management Sciences in China*, 21(1): 88–96.
- 易志高, 茅宁, (2009). 中国股市投资者情绪测量研究: CICSII 的构建 [J]. *金融研究*, (11): 174–184.
- Yi Z G, Mao N, (2009). Research on the Formatting Mechanism of Investor Sentiment[J]. *Journal of Financial Research*, (11): 174–184.
- 张博, 扈文秀, 杨熙安, (2021). 投资者情绪生成机理的研究 [J]. *中国管理科学*, 29(1): 185–195.
- Zhang B, Hu W X, Yang X A, (2021). Research on the Formatting Mechanism of Investor Sentiment[J]. *Chinese Journal of Management Science*, 29(1): 185–195.
- 邹亚生, 粟坤全, (2010). 封闭式基金折价的结构突变特征及其启示 [J]. *金融研究*, (7): 118–130.
- Zou Y S, Su K Q, (2010). On the Structural Mutation Feature of Discount of Close-end Funds[J]. *Journal of Financial Research*, (7): 118–130.
- Antweiler W, Frank M Z, (2004). Is All That Talk Just Noise? The Information Content of Internet stock Message Boards[J]. *Journal of Finance*, 59(3): 1259–1294.
- Audrino F, Sigrist F, Ballinari D, (2020). The Impact of Sentiment and Attention Measures on Stock Market Volatility[J]. *International Journal of Forecasting*, 36(2): 334–357.
- Baker M, Wurgler J, (2006). Investor Sentiment and the Cross-section of Stock Returns[J]. *Journal of Finance*, 61(4): 1645–1680.
- Baker M, Wurgler J, (2007). Investor Sentiment in the Stock Market[J]. *Journal of Economic Perspectives*, 21(2): 129–152.
- Behrendt S, Schmidt A, (2018). The Twitter Myth Revisited: Intraday Investor Sentiment, Twitter Activity and Individual-level Stock Return Volatility[J]. *Journal of Banking and Finance*, 96: 355–367.
- Brown G W, Cliff M T, (2005). Investor Sentiment and Asset Valuation[J]. *Journal of Business*, 78(2): 405–440.
- Boone L, Giorno C, Richardson P, (1998). Stock Market Fluctuations and Consumption Behaviour: Some Recent Evidence[R]. OECD Economics Department Working Paper: 208.
- Chen N F, Kan R, Miller M H, (2012). Are the Discounts on Closed-End Funds a Sentiment Index?[J]. *Journal of Finance*, 48(2): 795–800.
- Da Z, Engelberg J, Gao P, (2014). The Sum of All FEARS Investor Sentiment and Asset Prices[J]. *The Review of Financial Studies*, 28(1): 1–32.
- Das S R, Chen M Y, (2007). Yahoo! For Amazon: Sentiment Extraction from Small Talk on the Web[J]. *Management Science*, 53(9): 1375–1388.
- Fisher K L, Statman M, (2000). Investor Sentiment and Stock Returns[J]. *Financial Analysts Journal*, 56(2): 16–23.
- Funke N, (2004). Is There a Stock Market Wealth Effect in Emerging Markets?[J]. *Economics Letters*, 83(3): 417–421.
- Gao Z, Ren H, Zhang B, (2019). Googling Investor Sentiment Around the World[J]. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 55(2): 549–580.
- Gong X, Wen F, He Z, Yang J, Yang X, et al. (2016). Extreme Return, Extreme Volatility and Investor Sentiment[J]. *Filomat*, 30(15): 3949–3961.
- Jiang G J, Tian Y S, (2005). The Model-free Implied Volatility and Its Information Content[J]. *The Review of Financial Studies*, 18(4): 1305–1342.

- Kim S H, Kim D, (2014). Investor Sentiment from Internet Message Postings and the Predictability of Stock Returns[J]. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 107: 708-729.
- Kling G, Gao L, (2008). Chinese Institutional Investors' Sentiment[J]. *Journal of International Financial Markets*, 18(4): 374-387.
- Lehrer S, Xie T, Zhang X, (2021). Social Media Sentiment, Model Uncertainty, and Volatility Forecasting[J]. *Economic Modelling*, 102: 105556.
- Lemmon M, Portniaguina E, (2006). Consumer Confidence and Asset Prices: Some Empirical Evidence[J]. *Review of Financial Studies*, 19(4): 1499-1529.
- Li J, Yu X, Luo X, (2019). Volatility Index and the Return-volatility Relation: Intraday Evidence from Chinese Options Market[J]. *Journal of Futures Markets*, 39(11): 1348-1359.
- Long W, Zhao M, Tang Y, (2021). Can the Chinese Volatility Index Reflect Investor Sentiment?[J]. *International Review of Financial Analysis*, 73: 101612.
- Qiao G, Teng Y, Li W, Liu W, (2019). Improving Volatility Forecasting Based on Chinese Volatility Index Information: Evidence from CSI 300 Index and Futures Markets[J]. *The North American Journal of Economics and Finance*, 49: 133-151.
- Qiu L, Welch I, (2004). Investor Sentiment Measures. No. w10794[R]. National Bureau of Economic Research.
- Schmeling M, (2009). Investor Sentiment and Stock Returns: Some International Evidence[J]. *Journal of Empirical Finance*, 16(3): 394-408.
- Shi Y, Tang Y, Cui L, Long W, (2018). A Text Mining Based Study of Investor Sentiment and Its Influence on Stock Returns[J]. *Economic Computer & Economic Cybernetic Studies*, 52(1): 183-199.
- Smales L A, (2014). News Sentiment and the Investor Fear Gauge[J]. *Finance Research Letters*, 11(2): 122-130.
- Smales L A, (2016). Risk-on/Risk-off: Financial Market Response to Investor Fear[J]. *Finance Research Letters*, 17: 125-134.
- Solt M E, Statman M, (1988). How Useful is the Sentiment Index?[J]. *Financial Analysts Journal*, 44: 45-55.
- Tsukioka Y, Yanagi J, Takada T, (2018). Investor Sentiment Extracted from Internet Stock Message Boards and IPO Puzzles[J]. *International Review of Economics and Finance*, 56: 205-217.
- Wang Y H, Keswani A, Taylor S J, (2006). The Relationships Between Sentiment, Return and Volatility[J]. *International Journal of Forecasting*, 22(1): 109-123.
- Whaley R E, (2000). The Investor Fear Gauge[J]. *Journal of Portfolio Management*, 26(3): 12.
- Whaley R E, (2009). Understanding the VIX[J]. *The Journal of Portfolio Management*, 35(3): 98-105.
- Wolf L, Hanani Y, Bar K, Dershowitz N, (2014). Joint Word2vec Networks for Bilingual Semantic Representations[J]. *International Journal of Computational Linguistics and Applications*, 5(1): 27-44.
- Wu D, Zheng L, Olson D L, (2014). A Decision Support Approach for Online Stock Forum Sentiment Analysis[J]. *IEEE Transactions on Systems Man & Cybernetics Systems*, 44(8): 1077-1087.
- Zhang X, Fuehres H, Gloor P A, (2011). Predicting Stock Market Indicators Through Twitter "I Hope it is Not as Bad as I fear"[J]. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 26: 55-62.