

doi:10.19920/j.cnki.jmsc.2025.01.011

# 交易者异质信息结构策略模型<sup>①</sup>

张强<sup>1</sup>, 刘善存<sup>2\*</sup>

(1. 北京化工大学经济与管理学院, 北京 100029; 2. 北京航空航天大学经济管理学院, 北京 100191)

**摘要:** 在理性预期框架下, 引入获取流动冲击信号的技术投资者, 探讨了交易者的投资策略及市场均衡特征. 研究发现价值投资者采用“投机”策略; 技术投资者则采用“冲销”策略与“追涨杀跌”策略. 技术投资者对流动冲击信号的不同预期, 将导致其采用两种不同强度的“冲销”策略, 进而金融市场存在两个均衡. 在梳理价值投资者比例对价格信息含量的影响基础上, 厘清各类外生参数对市场质量指标的影响机理. 信息市场均衡中, 随着价值投资者的比例增加, 价格的信息含量单调递增, 从而技术投资者更容易从价格中获取信息, 信息获取均表现出策略替代效应.

**关键词:** 理性预期; 信息获取; 多重均衡; 策略替代

**中图分类号:** F830.9    **文献标识码:** A    **文章编号:** 1007-9807(2025)01-0177-14

## 0 引言

纵观整个金融市场, 投资者无时无刻不在寻求各类信息并求证其准确性. 基本面分析者和技术分析者分别利用自身优势, 或谋求与股票基本面相关的信息, 或通过技术分析获取流动冲击相关信号. 拥有信息的理性投资者在追求利润最大化的同时必然会利用自身信息优势进行策略性交易. Black<sup>[1]</sup>认为投资者既能根据与资产基本面相关的信号进行交易获得收益, 也能根据与流动冲击相关的信号进行交易获得收益. 当投资者获取到资产基本面的信号时, 就等同于掌握了股票价格未来的走势, 故持有低估的股票或卖空高估的股票从而获取差额利润, 本研究将此类投资者称为价值投资者; 当投资者获取到流动冲击信号<sup>②</sup>, 就如同知晓了散户或流动性需求者的操作和交易方向, 合理的利用流动冲击给价格带来的错位亦可获取利润, 本研究将该类投资者称为技术投资者. 实际中, 投资者的策略并非这样简单. 近几十

年来, 套期保值策略、阿尔法交易策略、算法交易、高频交易等各种策略及趋利避险技术得到完美运用.

投资者如何选择最优策略? 通常投资者获取信息的方式不同, 会导致其信息结构不同, 所以采取的投资策略也不尽相同. 投资者的策略通常与投资期限和信息结构有关. Vives<sup>[3]</sup>总结了理性预期均衡的相关研究成果, 其中投机策略源于知情交易者信息优势, 具体度量为基本面信号和均衡价格的差值与一个风险调整系数的乘积; 而做市商策略源于规避信息风险并提供市场供需平衡, 具体体现为预期价格和均衡价格的差与一个对应的风险调整系数的乘积. 在经典的投机策略和做市商策略基础上, 部分学者根据信息到达的先后又给出了部分策略及交易行为成因的解读. Vo<sup>[4]</sup>利用两期模型解释了反向交易的成因, 其反向交易体现在第二期和第一期策略的交易方向相反, 并给出了实施反向交易的条件. Yang 和 Zhu<sup>[5]</sup>认

① 收稿日期: 2021-08-12; 修订日期: 2023-07-21.

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(71771008).

通讯作者: 刘善存(1964—), 男, 河北衡水人, 教授, 博士生导师. Email: liushancun@buaa.edu.cn

② Phansatan 和 Powell<sup>[2]</sup>将该类交易者称为自营交易者(proprietary traders).

为基本面信号精度也会影响交易策略,其两期的模型中,投资者能够在第二期观察到知情交易者的总订单流,若订单流信息准确,知情交易者会在第一期采用混合策略,即在交易中添加一项随机噪声,试图掩饰其信息优势;若订单流信息不准确,则采用传统纯策略进行交易. Goldstein 等<sup>[6]</sup>在此基础上,又进一步分析了持有不同基本面信号精度的投资者间投资行为,即信息分享问题. 发现精度低的投资者更愿意与精度高的分享信息. Chen 等<sup>[7]</sup>具体分析了公共信息精度对交易者策略的影响,研究发现如果公共信息不精确时,知情投资者将采用谨慎的反向交易策略. 以上策略及交易行为研究均是基于基本面信息的解读.

当投资者能够获得基本面信息以外的信号时,多信息结构必然会丰富投资者的交易策略. 在金融市场中,流动冲击信号可通过交易所的公开订单簿、回顾交易<sup>[8]</sup>以及分析高频交易订单流等方式被获取. Mende 和 Shleifer<sup>[9]</sup>发现当市场中拥有足够多的流动交易时,技术投资者会把流动冲击信号加以分析并站在冲击交易者的对立面;部分投资者亦可以获取到订单簿的信号,利用技术分析解读流动冲击信号. Madrigal<sup>[10]</sup>考虑了一类非基本面信息获取的情形,其本质是非知情交易者可获取到流动冲击信号. Lewis<sup>[11]</sup>和 Li<sup>[12]</sup>模型中的投资者可以在高频交易中观察到其他投资者的订单以获得流动冲击信号,并在这些订单到达做市商之前完成交易, Phansatan<sup>[2]</sup>将这类交易者定义为自营性交易者(proprietary traders). Aldridge<sup>[13]</sup>总结了五类高频掠夺性策略,其中流动性试探(liquidity detection)就是典型的技术交易者挖掘流动冲击的手段<sup>③</sup>. 这些能获得流动冲击信号的技术投资者能够在决策时更清晰的解读价格中噪声的不确定性,相对于普通投资者更具优势.

理性的投资者在做交易策略时,不仅会考虑其他投资者的决策对市场的影响,还会考虑到其自身决策对价格的影响. 从交易者的行为是否影响市场均衡价格的角度,可以将策略研究分为两

类,一类是价格接受者(price taker)市场,即假设市场中交易者连续分布,常被称为连续统的交易者,因此每个交易者的交易量可以忽略不计,此类市场也常被称为大市场;另一类是非价格接受者市场<sup>[15, 16]</sup>,通常指市场中存在单个或多个垄断的交易者,其交易行为对均衡价格有决定性的影响. 针对非价格接受者市场, Kyle<sup>[17]</sup>提出了一个经典的内幕投资者与做市商之间的博弈模型,信息垄断的内幕投资者考虑到其交易对价格的影响,会以噪声交易为掩护将私有信息融入价格,最终融入价格的信息为其获得的私有信息的一半. Kyle<sup>[18]</sup>通过去除自身交易对市场的影响,成功的解决了以往相关研究中通常存在的“神经分裂症”问题,即交易者人数有限同时又都是价格接受者,这是显而易见的自相矛盾. 而正由于真实市场交易者众多,更接近于大市场,价格接受者的假设成为近年来研究的主流<sup>[19-22]</sup>.

在价格接受者的假设下,近年来 Ganguli 和 Yang<sup>[23]</sup>、Cespa 和 Foucault<sup>[24]</sup>、Chen 等<sup>[7]</sup>以及 Zeng 等<sup>[25]</sup>针对流动冲击,分别从多重均衡、多资产间的非流动性传染、市场质量及市场操纵角度展开研究. 另外需要强调的一类多信息结构的研究,如刘霞等<sup>[26]</sup>、张强等<sup>[27]</sup>和 Goldstein 与 Yang<sup>[28]</sup>,体现了基本面信息的多样性,而非聚焦于流动冲击.

通过引入可获取流动冲击信号的技术投资者,综合传统的基本面价值信息的可获取性,本研究拓展信息获取结构,构建大市场下的异质信息结构的理性预期均衡(rational expectation equilibrium, REE)模型,重点探讨交易者的投资策略形成的内在机理. 研究发现价值投资者采用经典 REE 模型中的“投机”策略<sup>[3, 17, 29]</sup>. 技术投资者采用“追涨杀跌”策略与“冲销”策略. “追涨杀跌”是现实市场普遍存在的交易策略,表现为,当市场价格高于资产价值的平均预期时,技术投资者买入资产;反之,则出售资产. 而“冲销”策略则表现为,技术投资者为了规避信息风险,试图尽可能多

③ Aldridge 在总结五类高频掠夺性策略时,其中流动性试探(liquidity detection)的目的在于探测其他市场参与者的交易并做出相应的调整. 比如,高频交易者可能会持续发出小订单,这也被称为试单(pinging or sniffing),这些小订单可以解读出配对引擎中是否有大订单,就如同海洋中的声呐一般,甚至可以检测到订单簿中有无大订单,然后,高频交易者就可以抢在这些买家或者卖家之前进行交易<sup>[14]</sup>. 这里的流动性试探就是典型的技术交易者挖掘流动冲击的手段.

的消除来自流动冲击的噪声不确定性。

研究发现技术投资者获取到流动冲击信号时,利用该信号更新价格中噪声的不确定性,从而对该信号产生两个不同的预期,进而采用高与低两个不同强度的“冲销”策略,两个预期的自我实现使得市场分别进入高信息和低信息两种不同的均衡状态。高信息均衡时的冲销强度始终大于低信息均衡时的冲销强度。进一步发现基本面价值信号精度与流动冲击信号精度对冲销策略产生的影响一致。随着两类信号精度增加,低信息均衡时冲销策略的交易强度逐渐增强;而高信息均衡时冲销策略的交易强度逐渐减弱。最终两个冲销强度趋于一致,此时技术投资者有唯一的“冲销”策略,两个均衡将收敛于唯一均衡。此外,信号精度还会对投资者其他的投资策略及市场行为产生影响。当清算价值信号精度趋于零时,低信息均衡的市场退化为只有技术投资者和噪声交易者的市场;高信息均衡的市场价格此时被锁定,价格仅反映风险资产的历史平均预期。当流动冲击信号精度趋于零时,低信息均衡的技术投资者退出市场,市场退化为标准 Vives<sup>[3]</sup> 模型市场;高信息均衡依然保持高的信息精度,但该均衡是一个不可实施均衡,类似 Grossman 和 Stiglitz<sup>[30]</sup> 描述的完全信息的不可能均衡。

本研究还发现价格信息含量随着价值投资者的比例增加而增加。因此,“追涨杀跌”策略强度随着价值投资者的比例的增加而增加,但“投机”策略与“冲销”策略的强度与之无关。在信息市场中,随着价值投资者的比例增加,两类均衡的价格都将揭示更多关于股票基本面价值的信息,使得技术投资者更容易从证券价格中搭便车获取信息。在这种情况下,价值投资者获得基本面信号的效用降低,这使得均衡时两类信息获取都表现为策略替代。

由于均衡时的信息含量不同,投资者将采取不同策略从信息市场获取信息。在 Ganguli 和 Yang<sup>[23]</sup> 的模型中,两个均衡中的高信息均衡的信息获取表现为策略替代,该均衡继承了 Grossman

和 Stiglitz<sup>[30]</sup> 的结论;而低信息均衡的信息获取表现为策略互补,与 Veldkamp<sup>[31, 32]</sup> 的研究结果一致。在本研究的模型中,不论高信息均衡还是低信息均衡,技术投资者都可以通过“搭便车”从价格中获取信息,故两类均衡的信息获取都表现为策略替代。

## 1 基本模型

假设市场上有两类资产,风险资产和无风险资产,不失一般性,假设无风险资产的回报率为零;风险资产的清算价值(基本面价值)为  $\theta$ ,  $\theta \sim N(\bar{\theta}, \tau_\theta^{-1})$ ,  $\tau_\theta > 0$ 。投资者人数用连续区间  $[0, 1]$  表示,这种连续假设使得单个投资者的交易量不影响价格变动,所有交易者都是价格接受者。市场中存在三类交易者:能够获得风险资产清算价值信号的价值投资者,该类投资者比例为  $\mu$ , 取值于区间  $[0, \mu]$ ; 能够获取流动冲击信号的技术投资者<sup>④</sup>, 该类投资者的比例为  $1 - \mu$ , 取值于区间  $[\mu, 1]$ ; 噪声交易者,基于流动性进行交易,其交易量加总构成流动冲击  $u$ , 比例为 1。投资者  $i$  以做市商设定的出清价格  $p$  交易  $x_i$  单位的风险资产获利为  $\pi_i = (\theta - p)x_i$ , 常数绝对风险厌恶型(CARA)投资者效用为  $U_i(\pi_i) = -\exp\{-\rho_i \pi_i\}$ , 其中  $\rho_i$  是投资者  $i$  的风险厌恶系数。不失一般性,投资者的初始化财富规范化为零<sup>⑤</sup>, 投资者具有相同的风险厌恶系数  $\rho_i = \rho$ 。

价值投资者  $i$  能够在信息市场获取关于风险资产的清算价值  $\theta$  的信号  $s_i$ , 记  $s_i = \theta + \varepsilon_i$ ,  $\varepsilon_i$  为信号中与  $\theta$  相互独立的噪声项,且不同价值投资者之间的噪声项不相关,噪声  $\varepsilon_i \sim N(0, \tau_\varepsilon^{-1})$ , 其中  $\tau_\varepsilon^{-1} > 0$ 。在连续的经济中,通常假设信号满足

强大数定理  $\frac{\int_0^\mu s_i di}{\mu} = \theta$  (即  $\int_0^\mu \varepsilon_i di = 0$ ), 通过加总可以消除误差项。市场上的流动冲击为  $u$ ,  $u \sim N(0, \tau_u^{-1})$ , 其中  $\tau_u^{-1} > 0$ 。技术投资者  $i$  通过对流

④ 根据 Paul<sup>[33]</sup> 的论述,单一的个人或机构不可能获取到关于价格的所有信息。实际中,并不是所有的投资者都有能力同时获取到价值信号和流动冲击信号。技术上,拥有两类信息的交易者,可以看成本研究模型中两类交易者的加总,因此这里采用与 Paul 类似的假设,规定投资者只能获取上述两种信号中的一种。

⑤ 此时交易者可以通过无风险借贷来购买风险资产,并最终实现效用最大化。



动性的技术分析可以获得冲击信号  $u_i$ , 其中  $u_i = u + \eta_i$ , 噪声  $\eta_i \sim N(0, \tau_\eta^{-1})$ ,  $\tau_\eta^{-1} > 0$ , 不同技术投资者之间  $\eta_i$  是独立的. 同样的,  $\frac{\int_\mu^1 u_i \mathrm{d} i}{1 - \mu} = u$  (即  $\int_\mu^1 \eta_i \mathrm{d} i = 0$ ).

下面给出金融市场均衡的定义.

金融市场均衡<sup>⑥</sup>: 理性预期均衡是满足如下两个条件的解.

1) 做市商市场出清

$$p = E[\theta | L(p)] \quad (1)$$

2) 投资者最大化其效用<sup>⑦</sup>

$$X_I(s_i, p) \in \arg \max_x E[U_i(\theta - p)x_i | s_i, p], \\ i \in [0, \mu] \quad (2)$$

$$X_U(p, u_i) \in \arg \max_x E[U_i(\theta - p)x_i | p, u_i], \\ i \in [\mu, 1] \quad (3)$$

当价格为  $p$  时, 价值投资者基于接收到的基本面信号  $s_i$  给出需求计划  $X_I(s_i, p)$ ; 技术投资者基于流动冲击信号  $u_i$  给出需求计划  $X_U(p, u_i)$ . 在不考虑成本的条件下, 假设价值投资者和技术投资者提交的需求计划分别为

$$X_I(s_i, p) = as_i + b_I p + d_I \quad (4)$$

$$X_U(p, u_i) = b_U p + cu_i + d_U \quad (5)$$

完全竞争的风险中性做市商可以观察到关于价格  $p$  的线性函数的订单簿

$$L(p) = \int_0^\mu X_I(s_i, p) \mathrm{d} i + \int_\mu^1 X_U(p, u_i) \mathrm{d} i + u \\ = z + \xi(p) \quad (6)$$

其中  $z = A(\theta - \bar{\theta}) + Bu$ ,  $A = \mu a$ ,  $B = (1 - \mu)c + 1$ . 可以认为  $z$  包含了订单簿中所有的信息, 即在预期清算价值  $\theta$  时, 信号  $z$  与订单簿  $L(p)$  是信息等

价的,  $p = E[\theta | L(p)] = E[\theta | z]$ <sup>⑧</sup>. 事实上, 在半强有效市场中, 做市商设定价格满足  $p = E[\theta | z]$ ,  $z$  在观察上等同于市场价格. 将  $z$  写成标准信号形式  $\hat{z} = \frac{z}{A} = \theta + \frac{B}{A}u - \bar{\theta}$ . 记  $\frac{B}{A}u$  的精度为  $\tau_z$ ,

$$\tau_z = \text{var}^{-1}\left(\frac{B}{A}u\right) = \left(\frac{A}{B}\right)^2 \tau_u. \text{ 根据投影定理, } p = \\ E[\theta | z] = \frac{\frac{A}{B^2} \tau_u}{\tau_\theta + \tau_z} z + \bar{\theta}, \text{ 令 } \lambda = \frac{\frac{A}{B^2} \tau_u}{\tau_\theta + \tau_z}, \text{ 得到}$$

$$p = \lambda z + \bar{\theta} = \lambda A \hat{z} + \bar{\theta} \quad (7)$$

令  $\tau$  表示清算价值  $\theta$  的价格精度

$$\tau = \text{var}^{-1}[\theta | p] = \tau_\theta + \tau_z \quad (8)$$

由于需要计算  $E[\theta | u_i, p]$ , 这里需要构造一个充分统计量来简化计算, 由

$$E[\theta | u_i, p] = E[\theta | u_i, \hat{z}] \\ = E[\theta | u_i, \hat{z} - E[\hat{z} | u_i]] \quad (9)$$

$$\text{令 } \omega = \hat{z} - E[\hat{z} | u_i] = \theta - \bar{\theta} + \frac{B}{A}(u - E[u | u_i]) \\ = \theta - \bar{\theta} + \frac{B}{A}\left(\frac{\tau_u u - \tau_\eta \eta_i}{\tau_u + \tau_\eta}\right)$$

由于  $u_i$  分别与  $\omega$  和  $\theta$  独立, 所以  $E[\theta | p, u_i] = E[\theta | \omega]$ .  $\omega$  为标准信号形式, 考虑  $\hat{\omega} = \frac{B}{A}\left(\frac{\tau_u u - \tau_\eta \eta_i}{\tau_u + \tau_\eta}\right)$ , 令  $\tau_\omega = \text{var}^{-1}\left(\frac{B}{A}\frac{\tau_u u - \tau_\eta \eta_i}{\tau_u + \tau_\eta}\right) = \left(\frac{A}{B}\right)^2(\tau_u + \tau_\eta)$ , 记  $\frac{B}{A}\left(\frac{\tau_u u - \tau_\eta \eta_i}{\tau_u + \tau_\eta}\right)$  的精度为  $\tau_\omega$ . 令  $\tau_{\hat{\eta}} = \left(\frac{A}{B}\right)^2 \tau_\eta$ , 则  $\tau_\omega = \tau_z + \tau_{\hat{\eta}}$ .

价值投资者与技术投资者通过各自的信息集合及价格出清条件最大化其期望效用, 可求解出均衡结果, 定理 1 给出具体表述.

⑥ 理性预期均衡属于带限定条件的最优决策问题. 其中两个重要的内容分别是: 交易者满足各自最优决策和市场出清条件. 其中市场出清又存在两种情形, 一种是供需平衡出清, 即买卖寸绝对量相等时形成均衡价格; 一种是做市商出清, 即做市商设定均衡价格, 提供流动性供给. 需要进一步强调的是, 理性预期均衡之所以如此命名, 原因在于参与者在相互博弈的过程中要预期对手的策略结构, 然后利用预期的结构构件充分统计量进而求解最优值, 并利用最优解的结构和预期的结构保持一致性来得到最终均衡解. 这个过程也被称作预期自我实现 (self-fulfillment), Vives<sup>[3]</sup> 在总结以往经典研究, 给出自我预期的详细描述. 本研究属于这类经典框架下的均衡, 并且是做市商出清对应的情形.

⑦ 需要强调的是技术投资者在金融实践, 或实证分析中常被定义为赚取价格波动的投资者. 这与本研究的假设并不矛盾, 技术投资者预判了价格波动本质上也是预判清算价值. 与价值投资者不同点在于, 价值投资者是通过信息市场的活动, 如商业尽调来获取标的资产的清算价值, 而技术投资者利用市场中数据挖掘手段, 以“投石问路”方式解读流动性冲击, 间接来获取清算价值信息.

⑧ 从条件期望的相关知识, 给出如下推导, 首先  $p = E[\theta | L(p)] = E[\theta | z + \xi(p)]$ , 而  $p$  是  $\sigma\{z + \xi(p)\}$  可测的, 从而  $p$  是  $\sigma\{z\}$  可测的, 进而  $\xi(p)$  是  $\sigma\{z\}$ , 所以  $p = E[\theta | L(p)] = E[\theta | z + \xi(p)] = E[\theta | z]$ .

**定理1** 如果满足  $\rho^2 \geq 4\mu(1-\mu)\tau_\varepsilon\tau_\eta$ , 则市场存在两个理性预期均衡, 价值投资者和技术投资者的需求计划分别为<sup>⑨</sup>

$$X_I(s_i, p) = \frac{1}{\rho}\tau_\varepsilon(s_i - p) \quad (10)$$

$$X_U(p, u_i) = \frac{\tau_\theta\tau_\eta}{\rho\tau_u}(p - \bar{\theta}) - \frac{1}{\rho}\frac{A}{B}\tau_\eta u_i \quad (11)$$

根据系数相等可得  $a = -b_I = \frac{\tau_\varepsilon}{\rho}$ ,  $d_I = 0$ ,

$b_U = \frac{\tau_\theta\tau_\eta}{\rho\tau_u}$ ,  $d_U = -\frac{\tau_\theta\tau_\eta}{\rho\tau_u}\bar{\theta}$ ,  $c$  为下面二次方程的解

$$\rho(1-\mu)c^2 + \rho c + \mu\frac{\tau_\varepsilon\tau_\eta}{\rho} = 0 \quad (12)$$

价值投资者根据价值信号  $s_i$  和出清价格  $p$  的差额  $(s_i - p)$  来进行买卖. 当获取的信号值大于出清价格时, 价值投资者会买入资产, 以期获取收益; 当资产信号值小于出清价格时, 价值投资者卖空资产. 这是典型的价值投资者基于私有信号进行的“投机”行为, 该“投机”策略的交易强度为经过风险承受能力调整的信息优势  $\rho^{-1}\tau_\varepsilon$ .

技术投资者参与交易的策略有两部分. 第一部分为“追涨杀跌”策略, 由  $\frac{\tau_\theta\tau_\eta}{\rho\tau_u}(p - \bar{\theta})$  可知, 当市场价格高于风险资产价值的平均预期时(大众的无条件预期), 技术投资者会买入风险资产; 反之, 则出售资产, 这是市场普遍存在的典型“追涨杀跌”行为. “追涨杀跌”策略的强度与资产价值的精度  $\tau_\theta$  和冲击信号精度  $\tau_\eta$  成正比, 与风险厌恶程度  $\rho$  和流动冲击精度  $\tau_u$  成反比. 流动冲击是随机的, 这也是价格不能完全揭示价值的关键所在. 为了能够充分挖掘价格的信息价值, 对于能够观察到流动冲击信号的技术投资者来说, 因为流动冲击不携带基本面信息, 为挖掘基本面信息, 要尽可能消除冲击本身的干扰, 这便形成了技术投资者的第二部分交易策略, 即“冲销”策略. 可以从以下角度直观理解: 均衡市场中, 有基本面信息的价值投资者可以利用投机直接获利, 而技术投资者只能从资产价格中学习基本面的信息, 因为价格可以看成关于基本面附带噪声的信号, 这个噪声大小正好取决于流动冲击的随机性, 为增加价格的信息含量, 技术投资者会采取与流动冲击相

反方向的策略, 即  $-\frac{1}{\rho}\frac{A}{B}\tau_\eta u_i$ , 从而降低价格中的噪声不确定性, 这里称之为技术投资者的“冲销”策略. 当流动冲击为正时, 出售资产; 当流动冲击变为负时, 则会买入资产. 冲销强度与  $\tau_\eta$  成正比表明, 冲击信号精度越高, 冲销强度越大.

值得注意的是  $A$  和  $B$  分别是价格函数中基本价值的系数和流动冲击的系数,  $A/B$  可以看成价格中的信息含量指标, 即  $A$  越大, 价格反映基本面的信息越多, 反之, 价格信息含量越少. 可见, 价格中的信息含量越高, 技术投资者冲销的部分强度越大, 这可以看成技术投资者规避信息风险的一种举措.

## 2 “冲销策略”多重性

技术投资者接收到流动冲击信号后会对该信号产生两个不同的预期, 进而导致金融市场存在两个均衡. 式(12)的二次方程在一定条件下, 存在两个根, 分别表示两个均衡时技术投资者的冲销风险资产的强度

$$c_1 = -\frac{\rho - \sqrt{\rho^2 - 4\mu(1-\mu)\tau_\varepsilon\tau_\eta}}{2\rho(1-\mu)}$$

$$c_2 = -\frac{\rho + \sqrt{\rho^2 - 4\mu(1-\mu)\tau_\varepsilon\tau_\eta}}{2\rho(1-\mu)}$$

其中, 负号表示出售风险资产, 用  $|c|$  反映“冲销”策略的交易强度. 投资者获取的清算价值信号精度  $\tau_\varepsilon$  和冲击信号精度  $\tau_\eta$  较小时, 才会存在均衡.

将式(8)  $\tau = \text{var}^{-1}[\theta | p] = \tau_\theta + \tau_z$  写成关于冲销强度  $c$  的函数形式

$$\tau(c) = \tau_\theta + \left(\frac{A}{B}\right)^2 \tau_u = \tau_\theta + \left(\frac{A}{(1-\mu)c + 1}\right)^2 \tau_u \quad (13)$$

可见价格信息含量  $A/B$  与冲销强度  $|c|$  正相关. 其他参数一定时, 总有  $|c_2| > |c_1|$ , 即  $\tau(c_2)$  总是大于  $\tau(c_1)$ , 因此这里定义  $c_1$  对应的均衡为低信息均衡, 而  $c_2$  对应的均衡为高信息均衡. 由上文可知,  $|c|$  同时又代表着技术投资者对流动冲击的冲销强度. 对比于低信息均衡, 高信息均衡时

⑨ 此部分相关证明内容, 可联系作者邮箱获取.

技术投资者对流动冲击的冲销强度更大;高信息均衡时的价格精度  $\tau_{c_2}$  也总是高于低信息均衡时的价格精度  $\tau_{c_1}$ .

图 1 展现了当  $\rho = 1, \mu = 0.5, \tau_\varepsilon = 1$  时,清算价值信号精度  $\tau_\varepsilon$  与冲销强度  $|c_1|, |c_2|$  的关系. 由  $c_1, c_2$  表达式可知,参数  $\tau_\eta$  与  $\tau_\varepsilon$  对冲销策略强度的影响相同,所以亦可用图 1 展现流动冲击信号精度  $\tau_\eta$  与冲销强度  $|c_1|, |c_2|$  的关系.

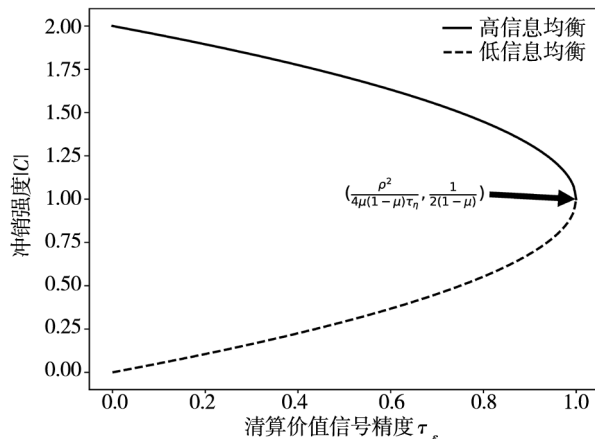


图 1 清算价值信号精度与冲销强度关系

Fig. 1 Relation between the precision of liquidation value signal and the intensity of offset strategy

可以看到高信息均衡时的冲销强度始终大于低信息均衡时的冲销强度. 低信息均衡中,随着清算价值信号精度  $\tau_\varepsilon$  (冲击信号精度  $\tau_\eta$ ) 的增加,冲销策略的交易强度  $|c_1|$  从零开始逐渐增加;而在高信息均衡中冲销强度  $|c_2|$ ,随清算价值信号精度  $\tau_\varepsilon$  (冲击信号精度  $\tau_\eta$ ) 增加而逐渐减弱,两种均衡时的冲销强度趋近,最终相等.

下面讨论当参数在极限情况下,两类信息均衡下,信息含量对冲销强度的变化情况.

低信息均衡中,当  $\tau_\varepsilon \rightarrow 0$  时,价值投资者接收到的基本面信号  $s_i$  是得不到任何信息的纯噪声,其投机强度  $\tau_\varepsilon/\rho$  趋近零,也就是说价值投资者不再进行交易,退出市场. 此时,技术投资者的冲销强度为  $c_1^{\tau_\varepsilon=0}$  也为零,因为价格中不再有有效信息,因而不采用“冲销”策略. 但是对于技术投资者来说,“追涨杀跌”策略  $\frac{\tau_\theta \tau_\eta}{\rho \tau_u}(p - \bar{\theta})$  与  $\tau_\varepsilon$  无关,清算价值信号精度的高低并不会影响该策略. 此时市场只剩下技术投资者的“追涨杀跌”策略. 当  $\tau_\eta \rightarrow 0$  时,同样地,对于价值投资者来说,

不包含基本面信息的冲击信号并不会影响其“投机”策略. 技术投资者接收到的冲击信号  $u_i$  是得不到任何信息的纯噪声,其“追涨杀跌”强度  $\frac{\tau_\theta \tau_\eta}{\rho \tau_u}$  为零,并且其“冲销”策略强度也为零,也就是说此时技术投资者退出市场,市场只存在价值投资者的“投机”策略,市场退化为标准 Vives<sup>[3]</sup> 模型市场.

高信息均衡中,当  $\tau_\varepsilon \rightarrow 0$  时,“投机”强度为零,情形与低信息均衡时一致,价值投资者退出市场,且不影响技术投资者的“追涨杀跌”策略. 不同的是,由于此时技术投资者的冲销强度为  $c_2^{\tau_\varepsilon=0} = -\frac{1}{(1-\mu)}$ ,达到最大. 可以看到  $\int_{\mu}^1 -\frac{u_i}{1-\mu} di + u = -\frac{1}{1-\mu} \int_{\mu}^1 (u_i) di + u = 0$ , 也就是说技术投资者的“冲销”策略消除了噪声投资者的流动冲击对价格带来的影响. 此时市场处于价格被锁定状态,虽然清算价值信号精度趋于零,但是信息含量仍含有相关信息  $\left(\frac{A}{B} = \frac{\rho}{(1-\mu)\tau_\eta}\right)$ , 并且  $A=B=0$ , 不再有新的信息融入到价格之中,价格  $p$  仅反应风险资产的历史先验价值的平均预期  $\bar{\theta}$ . 当  $\tau_\eta \rightarrow 0$ , 由于  $A \neq 0, B = 0$ , 此时的价格包含基本面价值的全部信息,故该均衡是完全信息均衡. 但值得注意的是,该均衡是不可实施的,类似 Grossman 和 Stiglitz<sup>[30]</sup> 描述的完全信息的不可能均衡. 因为,即使技术投资者试图以冲销强度  $c_2^{\tau_\eta=0} = -\frac{1}{(1-\mu)}$  的冲销策略来消除流动冲击  $u$  的影响,但其接收到的冲击信号精度  $\tau_\eta$  趋于零,在不清楚冲击信号的前提下冲销流动冲击是不可能的. 故该均衡为不可实施均衡.

当  $\tau_\eta = \frac{\rho^2}{4\mu(1-\mu)\tau_\varepsilon}$  时,两均衡的冲销强度相等  $|c_1| = |c_2| = \frac{1}{2(1-\mu)}$ , 技术投资者有唯一的“冲销”策略,此时市场存在唯一均衡,该冲销强度是技术投资者比例倒数的一半. 由图 1 可知,在市场相对不明朗时,即基本面信号精度不高和流动冲击不确定性程度较高时,技术投资者就会有两个冲销强度的选择,市场存在多重均衡.

### 3 市场质量参数比较静态分析

市场质量参数是衡量证券市场是否能够实现有效的资源配置的几个指标,通常包括信息有效性、流动性和市场活跃程度等.这类参数也备受投资者和监管者关注.信息有效性常用价格信息含量或价格的信息精度两个量度量;流动性是指单位价格变化引发的成交量,理论模型可利用定义直接计算,实证常用价差或相关变形来度量;绝对期望交易量是市场活跃程度的一个有效指标.由于市场中不同类型投资者的数量变化会影响参与各方制定相应策略,从而引发市场质量指标变化,同时市场参数的变化又会反馈各方的调整策略.为厘清其逻辑机理,首先分析投资者比例对信息含量的影响,继而讨论投资者比例对深度与期望交易量的影响.

#### 3.1 投资者比例对交易策略的影响

首先讨论价值投资者在投资者中的比例(以下简称知情比例)  $\mu$  对交易策略的影响.

价值投资者获取基本面信息,技术投资者获取流动冲击信息.由式(13)  $\tau = \tau_\theta + (\frac{A}{B})^2 \tau_u$  可见,价格中包含的基本面信息以及流动冲击信息由信息含量参数  $A/B$  体现.在两类均衡中,信息含量  $A/B$  均随知情比例  $\mu$  的增加而增加,但增加趋势及极值略有不同.<sup>⑩</sup>由定理1,  $\rho^2 \geq 4\mu(1-\mu)\tau_\varepsilon\tau_\eta$ ,易知精度限制条件必须满足  $\rho^2 \geq \tau_\varepsilon\tau_\eta$ .

图2、图3分别展示了当  $\rho = 1.2$ ,  $\tau_\varepsilon = \tau_\eta = 1$  时,低信息均衡和高信息均衡下,知情投资者的信息含量  $A/B$  随知情比例  $\mu$  的变化关系,两类均衡下,信息含量都随知情比例增加而增加,不同的是两者的增长趋势有明显的不同.低信息均衡时,随着价值投资者逐渐进入市场,信息含量  $A/B$  从0开始,并以“投机”强度  $a$  为上确界递增.随着价值投资者的比例增加,信息含量将以较大的速率增长,价格精度随之增加.当知情比例接近1时,信息含量  $A/B$  增长速率渐缓.而高信息均衡时,

信息含量  $A/B$  以  $\frac{\rho}{\tau_\eta}$  为下确界开始增长,当知情比例超过某一范围时,信息含量急剧增加,信息含量  $A/B$  将趋于无穷大.此外,随着知情比例  $\mu$  增大,两类均衡中的信息含量  $A/B$  都将增加,因此“冲销”策略强度  $\frac{1}{\rho} \frac{A}{B} \tau_\eta$  也随之增强.

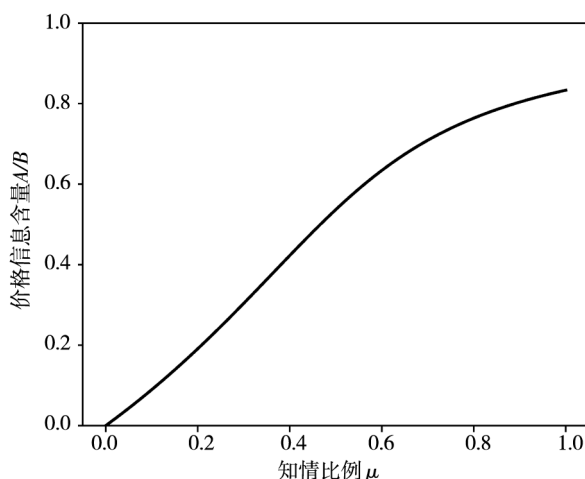


图2 低信息均衡价格信息含量与知情比例关系

Fig. 2 Relation between informed trader ratio and price information content in low information equilibrium

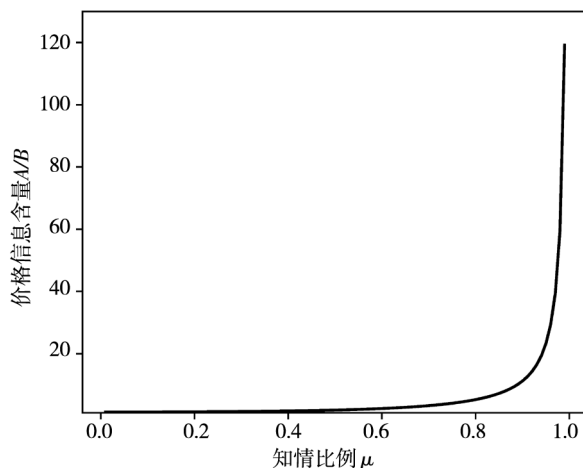


图3 高信息均衡价格信息含量与知情比例关系

Fig. 3 Relation between informed trader ratio and information content in high information equilibrium

当  $\mu = 1$ , 即市场上不存在技术投资者时,价值投资者的交易策略仍然为  $X_i = \frac{1}{\rho} \tau_\varepsilon (s_i - p)$ . 价值投资者不会因为技术投资者的缺失而改变投

<sup>⑩</sup> 此部分相关证明内容,可联系作者邮箱获取.



机强度,因为投机强度只与价值投资者的风险厌恶程度  $\rho$  和清算价值信号精度  $\tau_\varepsilon$  有关。

当  $\mu = 0$ , 即市场只存在技术投资者的情况下,与清算价值信号精度  $\tau_\varepsilon \rightarrow 0$  的情形一致。由于技术投资者的特点,其本身无法接收到关于清算价值的信息,当不存在价值投资者时,整个市场都没有关于清算价值的任何信息,即清算价值信号精度为零的状态,此时的低信息均衡中,价值投资者的缺失导致技术投资者只采取“追涨杀跌”策略,而放弃采取“冲销”策略;高信息均衡中,技术投资者仍然试图通过“冲销”策略以消除噪声投资者的流动冲击对价格带来的影响,与  $\tau_\varepsilon \rightarrow 0$  情形不同的是:由于市场中全部都是技术投资者,其冲销强度变为  $c_2^{\mu=0} = -u_i$ 。

### 3.2 市场深度

市场深度由参数  $\lambda^{-1}$  表示,反映了单位价格变化所能吸收的流动冲击,市场深度大表明单位流动冲击对资产价格带来较小的波动,是高质量市场的一个维度。由式(7)  $p = \lambda z + \bar{\theta}$ , 得  $\lambda^{-1} = \frac{A^2 \tau_u + B^2 \tau_\theta}{A \tau_u}$ , 可见市场深度是  $\tau_\theta$  和  $\sigma_u^2$  的增函数,这与直观相符。首先,基本面价值不确定性较小 ( $\tau_\theta$  较大) 意味着该资产清算价值不确定性较低,此时市场深度较大,与 Vives<sup>[29]</sup> 的结论一致;另外,由于市场深度主要来源于两类投资者的交易强度,噪声较大 ( $\sigma_u^2$  较大) 的市场,有信息的投资者更能发挥各自信息优势<sup>⑩</sup>,即交易强度增加,市场深度随之增加。

当不存在流动冲击时,即  $\tau_u \rightarrow \infty$ , 市场深度  $\lambda^{-1} = \mu \rho^{-1} \tau_\varepsilon$ 。根据技术投资者交易策略,当  $\tau_u \rightarrow \infty$  时,  $X_U(u_i, p) = 0$ , 技术投资者退出市场。此时市场深度只与价值投资者比例及其投机强度正相关。流动冲击的消失使得市场深度大大降低,但仍然存在交易行为,这与 Vives<sup>[3]</sup> 标准模型中流动冲击的消失使得投资者不再进行交易的情况不同。本研究的模型中,价值投资者的信号是包含噪声的,故而风险中性的完全竞争做市商仍然与价

值投资者进行交易。特别地,当价值投资者获得清算价值的完全信息,做市商将利用价值投资者提交的订单推断出清算价值,从而将价格设定与清算价值相同,因而在均衡时市场深度为零。

两类均衡中,由表达式可知,知情比例  $\mu$  的变化对市场深度  $\lambda^{-1}$  的影响分为间接部分和直接部分,其中间接体现在知情比例通过影响冲销强度来影响市场深度。低信息均衡中,二者关系表现为“U”型;高信息均衡中,二者的关系相对复杂。这里仅通过特例来对其变化行描述并阐明其成因。

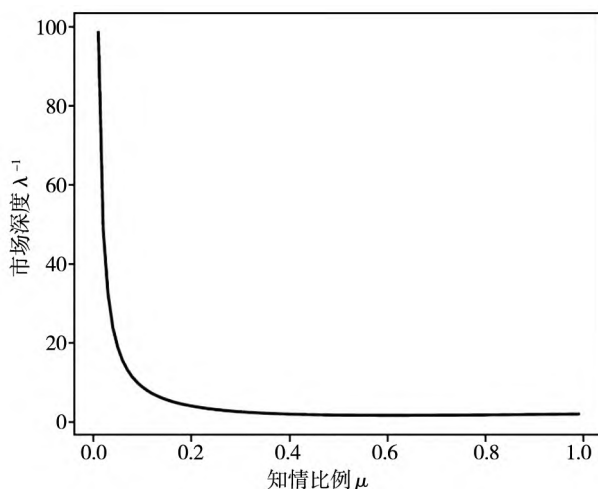


图 4 低信息均衡市场深度与知情比例关系

Fig. 4 Relation between informed trader ratio and market depth in low information equilibrium

图 4 展示了当  $\rho = 1.2, \tau_\varepsilon = \tau_\eta = \tau_\theta = \tau_u = 1$  时,技术投资者执行低信息均衡冲销策略  $c_1$  的情况下,市场深度随知情比例增加的变化趋势。依据对深度公式的分解不难发现,知情比例对市场深度的“U”型关系主要源于冲销的间接影响,同时  $B$  与知情比例呈“U”型关系,并归因如下逻辑机理:低信息均衡中,知情比例  $\mu$  较小时,技术投资者可以通过对流动冲击信号的分析获得的较大的信息优势,价值投资者的信息优势值  $A$  小于技术投资者的信息优势值  $B$ 。此时,技术投资者主导市场交易,市场深度较大。当市场中价值投资者开始增多,  $B$  值随冲销强度降低而减小,同时价值投

⑩ Kyle<sup>[17]</sup> 揭示了内幕交易以噪声交易为掩护,当噪声不确定性越大,内幕交易强度越大。



投资者的信息优势随知情比例 $\mu$ 增大而增加,逆向选择问题显现,技术投资者将大幅缩减交易量来规避风险,市场深度急剧下降.当价值投资者比例较大时,价格将包含更多的基本面信息,技术投资者容易从价格中获取基本面信息,也就是“搭便车”现象出现,其交易量也有所增加,市场深度将有所回升.

图5和图6分别展现了当 $\rho=1.2$ ,  $\tau_\varepsilon=\tau_\eta=\tau_\theta=\tau_u=1$ 以及 $\rho=\tau_\varepsilon=\tau_\eta=\tau_\theta=\tau_u=1$ 时,两种情形下,技术投资者执行高信息均衡冲销策略 $c_2$ 时,市场深度与知情比例的变化关系.高信息均衡时,由前文分析知,知情比例对B值影响呈倒“U”型关系.此时知情比例与市场深度关系接近从原点出发(图5与图6的原因在于,当市场上有较少的价值投资者时,技术投资者虽通过技术分析获得部分基本面信息,但其冲销强度较低,所能获取到的基本面信息依然有限,所以选择谨慎交易,即B值较小.同时由于价值投资者相对较少,即A值较小,所以市场深度较小.前半段曲线中,随知情人数量增加,市场深度也逐渐增大.而后半段曲线变化取决于知情比例对市场深度的直接影响(体现在A值)和间接影响(体现在 $B^2/A$ 的值)占优问题上.

由于知情比例对市场深度的直接与间接影响占优与否,依两类投资者获取信号的精度而定,因此分为两种情况进行讨论.第一种情况下, $\rho^2 > \tau_\varepsilon \tau_\eta$ ,如图5所示:市场深度随知情比例增加而增加.前半段曲线中,不论是直接影响还是间接影响,均表现为单增关系,因此综合表现为单增;而后半段曲线中,之所以也表现为单增,原因在于直接影响(单增)占优于间接影响(单减),综合表现为单增,但上升趋势明显下降.第二种情况, $\rho^2 = \tau_\varepsilon \tau_\eta$ ,如图6显示,前半段依然表现为单增,逻辑同第一种情形,不过市场深度值明显增大,其原因在于两类交易者的信息精度提高增加了二者的交易强度,因此相对于第一种情形的市场深度增大.当 $\mu=0.5$ 时市场深度达到最大.后半段曲线呈现“U”型,原因在于间接影响先占优,随后直接影响占优.其逻辑成因机理如下:一方面,冲销强度

的下降本身降低市场深度;另一方面,知情交易比例增加,加大了逆向选择风险,而减少的冲销强度又加剧技术投资者对基本面信息的解读,此时逆向选择问题严峻,使得投资者减少交易,市场深度变浅;当价值投资者进一步增加时,直接影响占优,同时价格信息含量将持续增加,技术投资者因而能够通过观察价格“搭便车”获取信息,其交易量增多,市场深度增加.

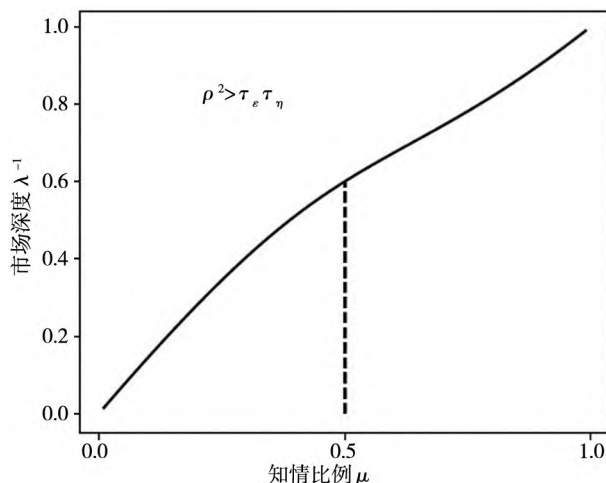


图5 高信息均衡市场深度与知情比例关系

Fig. 5 Relation of market depth of high information equilibrium and informed trader ratio

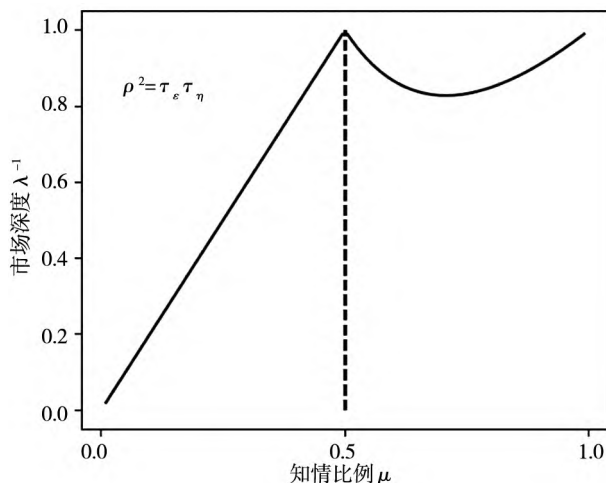


图6 高信息均衡市场深度与知情比例关系

Fig. 6 Relation of market depth of high information equilibrium and informed trader ratio

### 3.3 期望交易量

交易量是衡量市场活跃程度的重要指标.在做市商市场中,价值投资者、技术投资者、提供随机冲击的噪声交易者向做市商提交订单.用TV

来表示总交易量 (total volume), 由于买卖双方的  
一笔交易会被计算两次, 故实际总交易量为市场  
中所有交易者的交易量加总之后的一半, 为避免  
重复计算, 本研究将总数除以 2.<sup>⑫</sup>

金融市场总期望交易量具体表示为

$$\begin{aligned}
 E[TV] &= \frac{1}{2} \left( E \left[ \int_0^\mu |X_I| \, d i \right] + \right. \\
 &\quad \left. E \left[ \int_\mu^1 |X_U| \, d i \right] + E[|L|] + E[|u|] \right) \\
 &= \frac{1}{2} \left( \frac{2}{\pi} \right)^{\frac{1}{2}} \left\{ \mu a \left( \frac{1}{\tau_\varepsilon} + \frac{1}{\tau} \right)^{\frac{1}{2}} + (1-\mu) \right. \\
 &\quad \left[ b_v^2 \left( \frac{1}{\tau_\theta} - \frac{1}{\tau} \right) + c^2 \left( \frac{1}{\tau_u} + \frac{1}{\tau_\eta} \right) - 2b_v c \frac{A}{B} \frac{1}{\tau} \right]^{\frac{1}{2}} + \right. \\
 &\quad \left. \left( \frac{A^2}{\tau_\theta} + \frac{B^2}{\tau_u} \right)^{\frac{1}{2}} + \sigma_u \right\} \quad (14)
 \end{aligned}$$

式(14)大括号内第一项对应于价值投资者交易  
量, 第二项为技术投资者交易量, 第三项为做市商  
交易量, 第四项为流动冲击量。

图 7 展现了  $\rho = \tau_\theta = \tau_\varepsilon = \tau_u = 1$  时, 两种均  
衡的总交易量随知情比例的变化趋势。两种均衡  
的总交易量都随价值交易者比例  $\mu$  的增加而增  
大。由前可知当  $\mu$  较小时, 参与市场交易的技术投  
资者人数多于价值投资者人数, 此时技术投资者的  
交易与做市商交易主导市场交易。由于冲销强  
度  $c_1$  小于  $c_2$ , 故低信息均衡下的做市商交易量小  
于高信息均衡下的交易量<sup>⑬</sup>。当  $\mu \rightarrow 1$  时, 对  
式(14)稍加分析, 不难发现冲销强度占交易量主  
导地位。由于高信息均衡时冲销强度始终高于低  
信息均衡冲销强度, 因此表现为高信息均衡的交  
易量高于低信息均衡交易量。由图 7 可以看出, 当  
在  $\mu = 0.5$  附近时, 两个均衡的总交易量几乎相  
等。原因在于此时技术投资者的  $c_1$  策略的冲销强  
度与  $c_2$  策略的冲销强度相近, 从而两个均衡时技  
术投资者的交易量相近。由式(7)可知, 当  $c_1 \approx c_2$   
时, 高信息均衡价格信息精度  $\tau(c_2)$  和低信息均  
衡均衡的价格信息精度  $\tau(c_1)$  相近, 价值投资者

的交易量也近似相等。

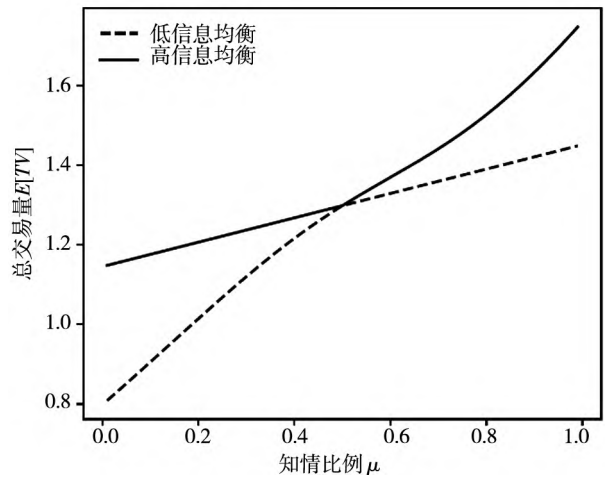


图 7 总交易量与知情比例关系

Fig. 7 Relation between total trading volume and informed trader ratio

## 4 信息市场均衡

本节将讨论内生的信息获取机制, 并分析信  
息市场均衡。假设价值投资者  $i$  花费成本  $k_s > 0$   
在信息市场获取与风险资产的清算价值  $\theta$  相关的  
信号  $s_i$ , 技术投资者  $i$  花费成本  $k_u > 0$ , 通过对流  
动冲击进行技术分析获得冲击信号  $u_i$ 。

定义效用比值  $\Phi(\mu) = E[U(\pi'_I)(\mu) | p] / E[U(\pi'_U)(\mu) | p]$  来衡量两类投资者的效用  
大小, 其中  $E[U(\pi'_I)(\mu) | p]$  表示价值投资者的  
期望效用,  $E[U(\pi'_U)(\mu) | p]$  表示技术投资者的  
期望效用。因负指数效用函数, 故投资者的期望效  
用为负。接下来, 给出信息市场均衡的定义。

信息市场均衡:

- 1) 如果  $\Phi^i(0) > 1$ , 则  $\mu^* = 0$ 。
- 2) 如果  $\Phi^i(1) < 1$ , 则  $\mu^* = 1$ 。
- 3) 如果对于所有投资者  $i \in [0, 1]$  有  $\Phi^i(\mu^*) = 1$ , 则  $\mu^* \in [0, 1]$ 。

若市场中没有价值投资者, 投资者成为价值

<sup>⑫</sup> 此部分相关证明内容, 可联系作者邮箱获取。

<sup>⑬</sup> 经简单运算, 不难发现做市商交易量在  $\mu$  较小时主导市场。

投资者的效用低于成为技术投资者的效用(即  $\Phi'(0) > 1$ ),那么在信息市场上没有人( $\mu^* = 0$ )会购买价值信息.另一方面,若所有交易者都是价值投资者,投资者成为价值投资者的效用高于成为技术投资者的效用( $\Phi'(1) < 1$ ),那么在信息市场上所有人( $\mu^* = 1$ )都会购买清算价值信息.对于给定比例的价值投资者  $\mu^*$ ,如果存在  $\Phi'(\mu^*) = 1$ ,那么  $\mu^*$  是信息市场唯一均衡.

类似于 Grossman 和 Stiglitz<sup>[30]</sup>,用价值投资者期望效用和技术投资者的期望效用的比值来比较投资者获得不同信息时效用大小.通过内生知情比例  $\mu$ ,讨论效用比值的变化趋势,从而确定均衡时的知情比例  $\mu$ .

**定理2** 在信息市场中,价值投资者获取价值信息需要成本  $k_s$ ,技术投资者获取流动冲击信号需要成本  $k_u$ .当价格为  $p$  时,对于任意的知情比例  $\mu$ ,效用比值可以表示为

$$\Phi(\mu) = \frac{E[U(\pi'_I)(\mu) | p]}{E[U(\pi'_U)(\mu) | p]} = e^{\rho(k_s - k_u)} \sqrt{\tau_U / \tau_I} \quad (15)$$

其中  $\tau_I = \tau_\theta + \tau_\varepsilon + \tau_z$ ,  $\tau_U = \tau_\theta + \tau_\eta + \tau_z$ <sup>⑮</sup>.

下面本研究使用定理2得出的结论来证明模型中从信息市场获取信息是策略替代的.

**定理3** 如果  $\Phi'(\mu) < 0$ ,则基本面信息获取为策略互补;如果  $\Phi'(\mu) > 0$  则基本面信息获取为策略替代.

因此,随着知情比例  $\mu$  增加,若  $e^{\rho(k_s - k_u)} \sqrt{(\tau_U / \tau_I)}$  递增,投资者成为价值投资者的激励增加,则信息获取表现为策略互补;同样若  $e^{\rho(k_s - k_u)} \sqrt{(\tau_U / \tau_I)}$  随知情比例  $\mu$  递减,投资者成为价值投资者的激励减少,则信息获取表现为策略替代.

为简化讨论,下面本研究考虑价值投资者获取清算价值信息成本与技术投资者获取流动冲击信号成本相等,即  $k_s = k_u$  时的情况.效用比值整理  $\tau_I / \tau_U$  可得

$$\tau_I / \tau_U = 1 + \frac{\tau_\varepsilon - \left(\frac{A}{B}\right)^2 \tau_\eta}{\tau_\theta + \left(\frac{A}{B}\right)^2 (\tau_u + \tau_\eta)} \quad (16)$$

由前可知,在两个均衡下,价格的信息含量

$A/B$  均随知情比例  $\mu$  的增加而增大.故而随着知情比例  $\mu$  逐渐增大,  $\tau_I / \tau_U$  将减小,也就意味着  $\Phi'(\mu) > 0$ , 信息获取表现为策略替代.这意味着随着知情比例的增加,价格揭示更多的基本面信息,技术投资者更容易从价格中获取基本面信息(即  $\tau_U$  变大),价值投资者的信息优势减少,技术投资者更容易通过“搭便车”从价格中获取信息.因此,本研究模型中的信息获取是策略替代的.

图8展示了  $k_s = k_u$  的条件下,  $\rho = 2, \tau_\theta = \tau_\varepsilon = \tau_u = \tau_n = 1$  时,两种均衡的效用比值随价值信息知情比例的变化趋势.此时高信息均衡的效用比一直高于低信息均衡效用比.随着  $\mu$  增大,金融市场高信息均衡和低信息均衡的效用比值都增大.这与 Ganguli 和 Yang<sup>[23]</sup> 模型中的替代理性预期均衡(SUB-REE)的结论一致:信息市场存在唯一均衡  $\mu^* = 1$ ,此时市场中只存在价值投资者.

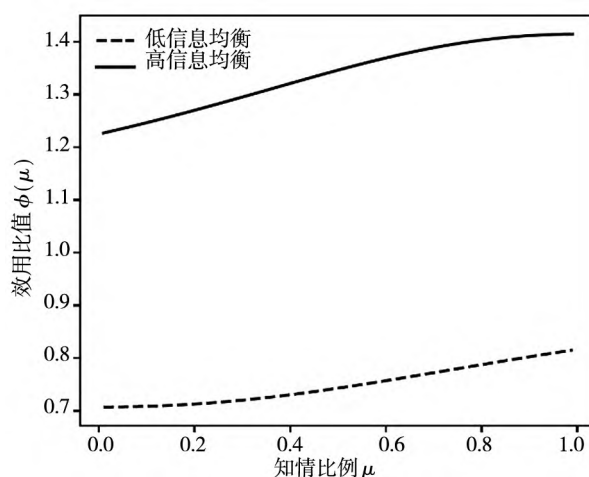


图8 信息成本相同时均衡时效用比值与知情比例关系

Fig. 8 Ratio of utility functions in term of informed ratio in when  $k_s = k_u$

图9展现了  $\rho = 2, \tau_\theta = \tau_\varepsilon = \tau_u = \tau_n = 1$  时,价值投资者获取清算价值信息成本与技术投资者获取流动冲击信号成本不同时,对信息市场均衡的影响.当价值信息成本  $k_s$  远高于流动冲击信号成本  $k_u$  时,效用比值曲线将一直高于1,即  $\frac{E[U(\pi'_I)(\mu) | p]}{E[U(\pi'_U)(\mu) | p]} > 1$ ,考虑到效用函数为负,投资者成为价值投资者的效用低于成为技术投资者的效用,那么在信息市场上没有人会购买基本面价值信息,此时市场处在  $\mu = 0$  的角点均衡.当效

⑮ 效用比例的证明,可联系作者的邮箱获取.



用比值曲线一直低于 1, 即  $\frac{E[U(\pi'_i)(\mu) | p]}{E[U(\pi'_v)(\mu) | p]} < 1$  时, 投资者成为价值投资者的效用高于成为技术投资者的效用, 激励信息市场上所有人都购买清算价值信息, 此时处在  $\mu = 1$  的角点均衡. 当  $k_s$  与  $k_u$  满足等式时, 即存在  $\frac{E[U(\pi'_i)(\mu^*) | p]}{E[U(\pi'_v)(\mu^*) | p]} = 1$ , 此时投资者成为价值投资者的效用与成为技术投资者的效用相同,  $\mu = \mu^*$  是信息市场的内点均衡. 综上所述, 不管获取清算价值信息与冲击信号的成本差额如何变化, 信息市场都只存在一个均衡.

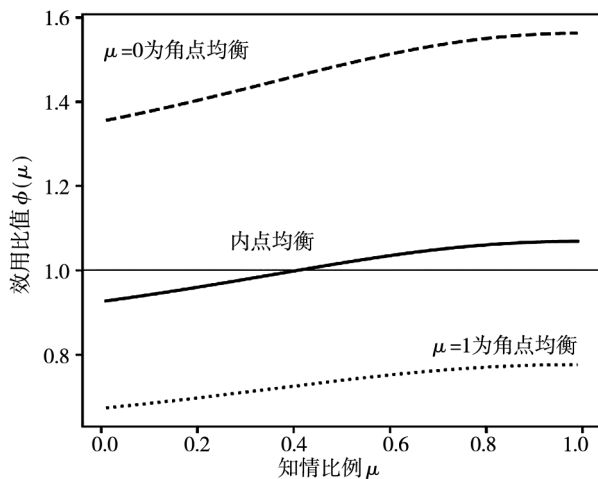


图 9 信息成本不同时效用比值的内点均衡及角点均衡

Fig. 9 Interior equilibrium and corner equilibrium trader the term of informed trader ratio when  $k_s > k_u$

## 5 结束语

市场微观结构理论研究证券市场的价格形成与发现机制, 重点是证券交易机制. 该理论不仅为人们理解价格发现过程提供了新的视角, 为技术分析和投资决策提供基础支持, 也为证券市场的

交易机制设计提供了理论指导和依据<sup>[35]</sup>. 尤其是在新的技术手段冲击传统金融市场的情况下, 交易者最优投资策略, 市场机制设计及监管的干预均需要在掌握市场运行的微观机理后, 才能做出有效的推断.

本研究在理性预期均衡模型的框架下引入流动冲击信号, 构建了异质信息结构的均衡模型, 对两类获取不同信息的知情投资者的策略性交易进行研究. 结果发现价值投资者基于“投机”策略进行交易, 技术投资者基于“追涨杀跌”策略和“冲销”策略进行交易. 从理性预期的角度首次揭示了投资者在获取流动信号的情况下会采用“追涨杀跌”策略及“冲销”策略进行交易, 并对其合理性进行阐述.

金融市场均衡中, 额外的流动冲击信号获取使得技术投资者能够利用该信号更新价格中噪声的不确定性, 进而对该信号产生两个不同的预期, 导致金融市场多重均衡, 技术投资者对冲击信号产生反应强度不同的“冲销”策略. 当冲击信号精度等于某临界值时, “冲销”策略趋于一致, 此时多重均衡转变为唯一均衡. 清算价值信号精度或冲击信号精度对冲销策略强度的影响一致, 当两者之一趋于零时, 市场均会发生退化现象. 此外, 本研究发现市场中两类知情投资者的比例变化会影响投资者的交易策略以及交易量. 特别的, 当市场中不存在价值投资者时, 两类均衡中技术投资者采取的“冲销”策略与在清算价值信号精度趋于零的情形下采取的“冲销”策略一致.

在信息市场均衡中, 随着价值投资者的比例增加, 技术投资者更容易从价格中获取信息, 价值投资者获得清算价值信号的优势减少, 因而基本面信息获取表现为策略替代.

## 参 考 文 献:

- [1] Black F. Noise[J]. Journal of Finance, 1986, 41(3): 529 – 543.
- [2] Phansatan S, Powell J G. Investor type trading behavior and trade performance: Evidence from the Thai stock market[J]. Pacific-Basin Finance Journal, 2012, 20(1): 1 – 23.
- [3] Vives X. Information and Learning in Markets: The Impact of Market Microstructure[M]. Princeton: Princeton University Press, 2010.
- [4] Vo M T. Strategic trading when some investors receive information before others[J]. International Review of Economics & Finance, 2008, 17(2): 319 – 332.

- [5] Yang L Y, Zhu H X. Back-running: Seeking and hiding fundamental information in order flows[J]. *The Review of Financial Studies*, 2020, 33(4): 1484 – 1533.
- [6] Goldstein I, Yang L Y. Information diversity and complementarities in trading and information acquisition [J]. *The Journal of Finance*, 2015, 70(4): 1723 – 1765.
- [7] Chen B B, Liu S C, Zhang Q. Can public information promote market stability? [J]. *Economics Letters*, 2016, 143: 103 – 106.
- [8] Cespa G, Vives X. The beauty contest and short-term trading[J]. *The Journal of Finance*, 2015, 70(5): 2099 – 2154.
- [9] Mendel B, Shleifer A. Chasing noise[J]. *Journal of Financial Economics*, 2012, 104(2): 303 – 320.
- [10] Madrigal V. Non-fundamental speculation[J]. *Journal of Finance*, 2012, 51(2): 553 – 578.
- [11] Lewis M. *Flash Boys: A Wall Street Revolt*[M]. New York: W. W. Norton, 2014.
- [12] Li W. *High Frequency Trading with Speed Hierarchies*[M]. New York: Social Science Electronic Publishing, 2014.
- [13] Aldridge I. *High-Frequency Trading: A Practical Guide to Algorithmic Strategies and Trading Systems*[M]. Hoboken: John Wiley & Sons, 2013.
- [14] Gregory Scopino. The questionable legality of high-speed “pinging” and “front running” in the futures markets[J]. *Connecticut Law Review*, 2015, 47: 607, 686 – 687, 697.
- [15] 刘 霞, 刘善存, 张 强. 公开信息披露对异质交易行为与市场质量的影响[J]. *系统工程理论与实践*. 2021, 41(7): 1672 – 1681.  
Liu Xia, Liu Shancun, Zhang Qiang. Implications of public information disclosure for strategic behaviors of heterogeneously informed traders and market quality[J]. *Systems Engineering: Theory & Practice*. 2021, 41(7): 1672 – 1681. (in Chinese)
- [16] 刘 霞, 刘善存, 张 强. 信息认知偏差, 有限竞争与资产定价[J]. *中国管理科学*, 2023, 31(2): 9 – 17.  
Liu Xia, Liu Shancun, Zhang Qiang. Cognitive biases, limited competition and asset pricing[J]. *Chinese Journal of Management Science*. 2023, 31(2): 9 – 17. (in Chinese)
- [17] Kyle A S. Continuous auctions and insider trading[J]. *Econometrica*, 1985, 53(6): 1315 – 1336.
- [18] Kyle A S. Informed speculation with imperfect competition[J]. *Review of Economic Studies*, 1989, 56(3): 317 – 355.
- [19] Brunnermeier M. K, Sockin M, Xiong W. China’s model of managing the financial system[J]. *Review of Economic Studies*, 2022, 89(6): 3115 – 3153.
- [20] Mondria J, Vives X, Yang L. Costly interpretation of asset prices[J]. *Management Science*, 2022, 68(1): 52 – 74.
- [21] Veldkamp L, Farboodi M, Long run growth of financial data technology[J]. *American Economic Review*, 2020, 110(8): 2485 – 2523.
- [22] 杨世超, 刘善存, 张 强. 投资者的交易频率与市场质量[J]. *系统工程理论与实践*. 2021, 41(9): 2271 – 2283.  
Yang Shichao, Liu Shancun, Zhang Qiang. Investor’s trading frequency and market quality[J]. *Systems Engineering: Theory & Practice*, 2021, 41(9): 2271 – 2283. (in Chinese)
- [23] Ganguli J, Yang L Y. Complementarities, multiplicity, and supply information[J]. *Journal of the European Economic Association*, 2009, 7(1): 90 – 115.
- [24] Cespa G, T Foucault. Illiquidity contagion and liquidity crashes[J]. *Review of Financial Studies*, 2014, 27(6): 1615 – 1660.
- [25] Zeng Q D, Liu S C, Zhang Q. Market manipulation with sentiment traders[J]. *Applied Economics Letters*, 2018, 25(4): 239 – 243.
- [26] 刘 霞, 刘善存, 张 强. 多基本面下异质交易者竞争及流动性分析[J]. *中国管理科学*, 2019, 27(5): 23 – 31.  
Liu Xia, Liu Shancun, Zhang Qiang. Competition among heterogeneously informed traders and analysis of market liquidity [J]. *Chinese Journal of Management Science*, 2019, 27(5): 23 – 31. (in Chinese)
- [27] 张 强, 顾 涛, 李 想, 等. 基于理性预期均衡的信息披露与金融市场动力学演化研究[J]. *管理评论*, 2020, 32(7): 191 – 204.  
Zhang Qiang, Gu Tao, Li Xiang, et al. Information disclosure of rational expectation equilibrium and dynamical evolution in financial market[J]. *Management Review*, 2020, 32(7): 191 – 204. (in Chinese)

- [28] Goldstein I, Xiong Y, Yang L Y. Information sharing in financial market[J]. Annual Review of Financial Economics, 2017, 9(1): 101 – 125.
- [29] Vives X. Short-term investment and the information efficiency of the market[J]. The Review of Financial Studies, 1995, 8(1): 125 – 160.
- [30] Grossman S, Stiglitz J. On the impossibility of informationally efficient market[J]. The American Economic Review, 1980, 70(3): 393 – 408.
- [31] Veldkamp L. Media frenzies in markets for financial information[J]. American Economic Review, 2006, 96(3): 577 – 601.
- [32] Veldkamp L. Information markets and the comovement of asset prices[J]. Review of Economic Studies, 2004, 75(3): 823 – 845.
- [33] Jonathan M P. Crowding out and the informativeness of security prices[J]. Journal of Finance, 1993, 48: 1475 – 1496.
- [34] Rao C R. Linear Statistical Inference and Its Applications[M]. New York: Wiley, 1965.
- [35] 刘 逖. 证券市场微观结构理论与实践[M]. 上海: 复旦大学出版社, 2002.
- Liu Ti. The Microstructure of Securities Markets: Theories and Practices[M]. Shanghai: Fudan University Press, 2002. (in Chinese)

## Modeling strategic trading under heterogeneous information structure

ZHANG Qiang<sup>1</sup>, LIU Shan-cun<sup>2\*</sup>

1. School of Economics and Management, Beijing University of Chemical Technology, Beijing 100029, China;

2. School of Economics and Management, Beihang University, Beijing 100191, China

**Abstract:** This paper builds a rational expectation equilibrium (REE) model that incorporates a heterogeneous information structure to explore the intrinsic mechanism of traders' strategies and corresponding equilibrium characteristics. Specifically, the model introduces technical investors who receive liquidity shock signals. The results show that value-investors adopt a speculative strategy, while technical investors employ a combination of positive feedback and offsetting strategies. Notably, two equilibria exist depending on the relative intensity of the offsetting strategies. Specifically, the paper examines the direct influence of the ratio of value investors on the price content, thereby clarifying the mechanism by which external factors shape market quality indicators. In the equilibrium of the information market, as the fraction of value investors increases, the information conveyed by prices also rises, creating an opportunity for technical investors to free ride on the security price. Consequently, information acquisition exhibits strategic substitutability in both equilibria.

**Key words:** rational expectations; information acquisition; multi-equilibria; strategic substitutability