

doi:10.19920/j.cnki.jmsc.2021.06.003

期权“净购买压力”的隐含信息^①

郑振龙, 许 鋈, 陈 蓉*

(厦门大学管理学院, 厦门 361005)

摘要: 使用 50ETF 期权的高频数据, 研究“净购买压力”指标对指数方向性和波动性变化的预测能力, 并比较不同加总方法、看涨看跌、不同在值程度的期权以及非对称的“净购买压力”指标隐含信息的差异性. 本文发现, 50ETF 期权“净购买压力”指标隐含着标的指数方向性和波动性的变化信息. 在预测指数变化方向时, Delta 加总的“净购买压力”隐含的信息已包含在简单加总的指标之中, 看涨、看跌期权以及不同在值程度的期权在信息含量上存在差异性. 在预测指数波动性时, 使用简单加总和使用 Gamma、Vega 加总的“净购买压力”指标均隐含着未来市场的波动率信息, 平值和虚值期权的“净购买压力”指标对波动率具有更强的预测能力. 同时, “净购买压力”的隐含信息存在非对称特征.

关键词: 净购买压力; 信息含量; 50ETF 期权

中图分类号: F830.9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-9807(2021)06-0042-15

0 引 言

在一个有效的证券市场中, 证券价格会对信息做出迅速的反应, 因此通过分析证券价格(如股票价格、期权价格)和交易行为的历史信息, 无法对证券价格的未来走势做出准确的判断. 但在现实生活中, 市场交易往往是有成本的, 甚至会受到限制(如卖空限制、持仓数量限制), 因此证券价格往往无法及时充分地反映信息. 另外, 如果存在市场分割(如中国期权市场就存在很严格的准入限制), 信息就很难在不同的市场之间传递. 在这样的市场中, 价格对信息的反应无法瞬间完成, 需要一个过程. 这就为我们通过观察信息交易者的行为来判断未来的市场走势奠定了理论基础, 也是本文研究的切入点.

对证券市场而言, 最有价值的信息当属方向性信息和波动性信息. 股票价格主要受方向性信息影响, 而期权价格会同时受方向性信息和波动

性信息的影响, 而且期权市场的参与者的专业水准通常高于股票市场的参与者, 前者的信息分析和处理能力往往高于后者. 期权市场参与者普遍采用程序化交易方式, 因此对信息的反应更快. 另外, 与股票相比, 期权作为衍生品具有高杠杆、不受卖空限制的优势, 信息交易者更倾向于通过交易期权而获得收益^[1]. 因此, 本文选择期权市场作为研究对象.

以 Ho 和 Stoll^[2]、Easley 和 O'Hara^[3]等为代表的市场微观结构理论认为, 信息交易者更倾向于主动成交, 进而推动证券价格的变化. 也就是说, 主动交易行为隐含着更多的信息. 本文主要研究期权市场的信息交易者的主动交易行为所隐含的信息. 由于主动买入与卖出行为所包含的信息往往是相反的, 因此本文聚焦于主动买单与卖单对抵后的“净购买压力”所隐含的净信息. 期权价格同时受标的资产价格和波动率的影响, 因此期权市场的主动成交行为(用期权市场的“净购买

① 收稿日期: 2019-05-31; 修订日期: 2020-07-17.

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(71871190; 72071168); 国家自然科学基金资助重大项目(71790601).

通讯作者: 陈 蓉(1976—), 女, 福建福州人, 博士, 教授, 博士生导师. Email: aronge@xmu.edu.cn

压力”来度量)隐含着标的证券的方向性以及波动性信息。

股票、期货等资产是线性资产,其“净购买压力”指标可以用一段时间内的主动成交的交易量直接加总构造。但是,期权具有看涨看跌、不同期限和不同行权价格等多个维度,不同期权合约的风险敞口各不相同,将不同特征期权的交易量直接加总并不合理。因此,如何加总不同期权的主动成交交易量是构造期权的“净购买压力”指标的一大难点。本文在现有文献的基础上进行改进,结合我国期权市场的实际情况构造“净购买压力”指标,研究其信息含量,并比较了不同加总方法、看涨看跌期权、不同在值程度期权以及非对称的“净购买压力”指标隐含信息的差异性。

在研究期权“净购买压力”隐含的标的证券方向性信息时,现有文献主要使用简单加总法^[4,5]和 Delta^②加总法^[6-8]。但现有文献并未比较不同加总方法以及不同类型期权隐含信息的差异。本文将同时使用这两类方法构建“净购买压力”指标,比较两类指标隐含信息是否存在差异。

在研究期权“净购买压力”隐含的标的证券波动性信息时,现有文献仅使用 Vega^③加总法^[9,10]。本文则使用简单加总法、Vega加总法和 Gamma加总法分别构造“净购买压力”指标,研究不同加总方法下“净购买压力”隐含的波动性信息的差异。Gamma作为期权价格对标的证券价格的二阶导数,虽然并非直接衡量波动率对于期权价格的影响,但是可以衡量市场出现大涨大跌时 Delta动态对冲的误差。在波动性的研究对象上,本文使用 iVIX 指数(中国版 VIX 指数)作为研究对象,该指标直接体现了市场对未来波动率的预期,同时又克服了使用高频数据估计已实现波动率需要重叠样本(overlapping)的缺点。由于 50ETF 期权属于指数 ETF 期权, Holowczak 等^[11]认为指数的信息相较于个股传递速度更快,应使用高频数据来研究更能捕捉其隐含的信息。但考虑到太高频的数据较易受到噪音的干扰,本文选择使用 5 min 高频数据研究上证 50ETF 期权的“净购买压力”指标隐含的信息。

本文的贡献主要有:1) 现有文献未同时从方向性和波动性的角度研究期权“净购买压力”的隐含信息,也未对不同类型(看涨看跌、不同在值程度、非对称)期权的“净购买压力”隐含信息的差异性进行比较,本文对不同加总方法、不同类型期权的“净购买压力”的隐含信息进行比较,丰富了期权隐含信息研究的文献。2) 由于中国股市存在很大的卖空限制,导致 B-S-M 期权定价公式在中国不可用,隐含波动率和期权希腊值的计算公式也不能直接使用。为了解决这个问题,本文在期权隐含波动率的求解以及希腊值的计算时不是直接使用 50ETF 现货价格,而是使用看跌看涨期权平价关系隐含的 50ETF 价格,从而大大提高了研究结果对中国市场的适用性。3) 本文首次尝试使用 Gamma 加总法构造“净购买压力”指标,发现该指标对于波动率具有预测能力。4) 我国的期权市场属于新兴市场,受股票卖空限制以及严格的投资者准入等制度约束,期权市场交易的信息效率尚未可知,本文的研究对于中国期权市场隐含信息的研究具有一定的贡献。

1 期权“净购买压力”理论分析与研究假设

1.1 期权“净购买压力”理论分析

信息交易者在交易期权时主要根据方向性和波动性信息进行主动交易。由于方向性和波动性信息都可以分为利多和利空,因此信息交易者的主动交易行为可以分为 4 类:当方向性和波动性均看多时,就买入看涨期权;当方向性看空、波动性看多时,就买入看跌期权;当方向性看多、波动性看空时,就卖出看跌期权;当方向性和波动性都看空时,就卖出看涨期权。

当信息交易者进行主动交易后,期权价格就会随之变动,信息学习者捕捉到价格和成交行为的变动信息后,会引起期权价格的进一步变动。因此,信息交易者的主动交易行为就对未来股票价格和波动率的变化具有预测作用。

② Delta 指期权价格对标的资产价格的一阶偏导。

③ Vega 指期权价格对标的资产波动率的一阶偏导。

1.2 研究假设

信息交易者的主动交易行为中包含有方向性和波动性信息. 为了区分这两种信息, 把期权的“净购买压力”分为方向性“净购买压力”和波动性“净购买压力”.

主动买入看涨期权和主动卖出看跌期权为正的方向性“购买压力”, 主动卖出看涨期权和主动买入看跌期权为负的方向性“购买压力”, 两者之差为方向性“净购买压力”. Easley 等^[12]认为, 拥有未来标的证券上涨信息的投资者会主动买入看涨期权和卖出看跌期权, 而拥有未来标的证券下跌信息的投资者将会买入看跌期权和卖出看涨期权. Hu^[7]认为期权的“净购买压力”对标的证券的未来收益率具有正预测能力. 因此, 提出待检验假设 1.

假设 1 期权方向性“净购买压力”指标对未来标的证券收益率具有正的预测能力.

无论是看涨期权还是看跌期权, 其价格都与标的资产的波动率正相关. 因此主动买入期权为正的波动性“购买压力”, 主动卖出期权为负的波动性“购买压力”, 两者之差为波动性“净购买压力”. Bollen 和 Whaley^[6]以及 Kang 和 Park^[5]提出“有限套利”和“信息学习”假说认为, 期权的主动购买行为意味着信息交易者认为波动率会上升. 提出待检验假设 2.

假设 2 期权波动性“净购买压力”指标对标的证券的波动率具有正的预测能力.

为了进一步分析不同类型的期权“净购买压力”隐含的信息的差异性, 后续将期权分为看涨、看跌, 不同的在值程度等维度进行分析. 受 Hu^[7]关于“净购买压力”对标的证券价格的非对称性研究的启发, 本文将进一步研究期权“净购买压力”隐含信息的非对称性.

2 实证模型和数据

2.1 实证模型设定

在实证研究方面, 国内外文献使用不同的样本(样本区间、频率、市场)以及不同的加总方法构造期权“净购买压力”指标, 在时间序列和截面上对期权交易的信息含量进行研究. “净购买压

力”指标的加总方法从简单的交易量的加总逐步演化到使用 *Delta*、*Vega* 加总构造, 加总方法的发展和改进可分为以下 4 个阶段:

1) 只关注期权的成交量信息, 直接加总期权的成交量数据. 如 Chan 等^[13]和 Chakravarty 等^[14]选取交易活跃的期权的成交量信息进行直接加总, Easley 等^[12]则直接加总不同期限和行权价格的看涨和看跌期权的成交量. 这种方法显然无法区分主动和被动交易的信息.

2) 从微观层面对期权的成交数据做了更为细致的划分, 将期权成交数据分为主动买入/卖出、开仓/平仓等维度, 构造主动成交的方向性交易量指标^[15, 16], 或“净购买压力”指标^[4, 5, 17]. 但是这种方法未考虑不同期权之间的差异性.

3) 考虑了不同期限、行权价格导致期权成交信息含量的差异性, 使用期权的 *Delta* 对“净购买压力”指标中的期权成交量进行加总^[6-8]. 由于期权交易同时隐含着标的证券方向性和波动性信息, 而 *Delta* 是期权价格对标的资产价格的一阶敏感性, 主要反映方向性信息, 因此使用 *Delta* 作为权重加总“净购买压力”只注重期权隐含的标的证券方向性信息, 而忽视了波动性信息.

4) Ni 等^[9]首次使用 *Vega* 作为权重对“净购买压力”指标进行加总, 研究期权交易隐含的波动率信息. Chang 等^[10]使用 *Vega* 加总法研究了韩国期权市场“净购买压力”隐含的波动率信息. Holowczak 等^[11]研究了 *Delta* 和 *Vega* 加总的“净购买压力”指标对标的证券收益率和实现波动率的预测能力. 然而 *Delta* 仅仅反映期权价格对标的资产小幅变动的敏感性, 当标的资产出现大幅波动时, *Delta* 就无法准确反映期权价格对标的资产变动的敏感性, 其误差可以用 *Gamma* 来度量. 因此本文将尝试同时使用 *Gamma* 加权的预测效果.

关于标的资产选择, 由于 50ETF 期权属于指数 ETF 期权, 其标的证券为上证 50ETF, ETF 的信息交易者实际交易的是标的指数(上证 50 指数)的信息, 因此, 本文使用上证 50 指数的收益率作为被解释变量.

波动率本身是不可观察的变量, 需要通过一定的方法来估计. 过去常用的方法是根据标的资产的历史路径来估计历史波动率. 为了减少估计

误差,这种估计方法通常需要较长的样本数据.然而波动率本身变动较大,使用太长的样本较难反映波动率的高度时变性.为了解决这个问题,Ni等^[9]和Holowczak等^[11]在研究“净购买压力”指标隐含的波动性信息时,使用了标的证券的已实现波动率(realized volatility)作为研究的被解释变量.在具体计算已实现波动率时,Ni等^[9]使用每日最高价与最低价之差除以前收盘价作为已实现波动率,这种方法显然不适用于高频数据.Holowczak等^[11]则使用高频收益率的标准差作为已实现波动率.使用高频数据估计实现波动率会产生样本重叠的问题,导致波动率估计值无法快速反应市场对波动率预期的变化.为了解决上述问题,本文使用期权的隐含波动率(implied volatility)来代表波动率作为被解释变量.隐含波动率可以直接从期权价格中求出,无需历史数据,因此可以解决重叠样本的问题.另一方面,隐含波动率的变化较为连续,不太容易出现大的跳跃,从而可以避免Ni等^[9]的估计方法出现波动率大幅跳跃问题.然而不同期权的隐含波动率各不相同,不便于衡量市场整体波动率的变化,而iVIX指数(编制方法与CBOE的VIX指数方法相同)则是从全市场的期权价格中提取的“无模型”波动率指数,能够体现市场整体波动率预期的变化.因此,选用这一指数的变化值作为研究期权“净购买压力”隐含波动性信息的被解释变量.

具体的实证模型如式(1)和式(2)所示.考虑到股票收益率和波动率具有序列相关性,在实证模型中引入滞后一阶的应变量作为回归变量.

$$\begin{aligned} R_{i,t+1} &= \ln(S_{i,t+1}/S_{i,t}) \\ &= \alpha + \beta R_{i,t} + \gamma X_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \Delta iVIX_{i,t+1} &= iVIX_{i,t+1} - iVIX_{i,t} \\ &= \alpha + \beta \Delta iVIX_{i,t} + \gamma Y_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \end{aligned} \quad (2)$$

其中 $R_{i,t}$ 为 t 时刻上证50指数的对数收益率, $X_{i,t}$ 为方向性“净购买压力”指标, $\Delta iVIX_{i,t}$ 为 t 时刻*iVIX*指数的变化值, $Y_{i,t}$ 为波动性“净购买压力”指标.式(1)用于验证待检验假设1,若假设1成立,则 $X_{i,t}$ 的参数应显著为正.式(2)用于验证待检验假设2,若假设2成立,则 $Y_{i,t}$ 的参数应显著为正.

2.2 数据及“净购买压力”指标的构建

上海证券交易所(以下简称“上交所”)于2015年2月9日推出上证50ETF期权,由于初期

期权交易并不活跃,因此剔除初期1个月的交易样本,使用2015年3月9日~2018年9月30日共853个交易日(剔除缺失数据、剩余交易日不足1天以及2016年1月4日和7日的全市场熔断的异常行情的数据)的上交所推送的原始期权和50ETF行情数据作为研究样本.50ETF和上证50指数行情数据每3秒钟推送一笔,期权行情数据1s推送2笔,数据记录了每笔行情的行情时间、交易代码、合约名称、行权价、到期时间、前结算价、最新成交价、最新成交量、总持仓量、五档盘口价格和数量等信息,本文数据来源为Wind数据库.

2.2.1 “主买、主卖”的定义

构造“净购买压力”指标需要对交易数据的主动成交方向进行判断.首先,剔除期权集合竞价的撮合成交数据(9:15~9:25开盘集合竞价、14:57~15:00收盘集合竞价、盘中熔断集合竞价)以及以涨跌停价格成交的数据.对行情数据的处理为该笔行情有最新成交量时,若最新成交价>上一笔行情的买卖一价的均值(以下简称“中间价”),则定义为“主买”,若行情的最新成交价<上一笔行情的中间价,则定义为“主卖”.若最新成交价=上一笔行情的中间价,则使用Lee和Ready^[18]定义的规则在早于该笔行情的逐笔成交数据中搜索最近的一笔成交价不等于当前成交价的行情,若该成交价大于(小于)当前成交价,则定义为“主卖”(“主买”).

2.2.2 “净购买压力”指标的构建

使用高频数据来研究更能捕捉其隐含的信息.但考虑到太高频的数据较易受到噪音的干扰,因此本文选择使用5min高频数据来研究上证50ETF期权的“净购买压力”指标隐含的信息.由于标的证券的方向性和波动性交易在期权的交易上存在差异性,为了分别研究“净购买压力”指标中所隐含的方向性信息和波动性信息,本文将简单加总的“净购买压力”指标分为方向性“净购买压力”(NBPI)和波动性“净购买压力”(NBP2).其计算公式分别如式(3)和式(4)所示.

$$NBPI_t = \sum_{i,t} Dir_{i,t} \times multiple_i \times Volume_{i,t} \times cpflag_i \quad (3)$$

其中 $Dir_{i,t}$ 表示 t 时刻期权*i*的主买/主卖方向(其

中主买 = 1, 主卖 = -1), $multiple_i$ 为期权 i 的合约乘数^④, $Volume_{i,t}$ 为 t 时刻期权 i 的成交数量, 看涨期权 $cpflag$ 为 1, 看跌期权 $cpflag$ 为 -1.

$$NBP2_t = \sum_{i,t} Dir_{i,t} \times multiple_i \times Volume_{i,t} \quad (4)$$

式(3)和式(4)的区别在于式(3)多了一项 $cpflag$, $NBP1$ 指标的构建与 Holowczak 等^[4]、Kang 和 Park^[5]方法类似, 用于研究标的证券的方向性相关信息, 而看涨期权和看跌期权的方向敞口是相反的, 因此需要对敞口的方向做调整. 式(3)中看跌期权的 $cpflag$ 为 -1, 看涨期权的 $cpflag$ 为 1. $NBP2$ 指标用于研究波动性的信息, 而看涨和看跌期权的波动率敞口是同向的, 因此式(4)就无需区分看涨期权和看跌期权.

由于不同期权和在值程度的期权对标的资产变动的一阶敏感性 ($Delta$) 不同, 其所隐含的收益率信息自然也不同. 为了体现这种差异, 理论上更理想的方向性“净购买压力”应为

$$DNBP_t = \sum_{i,t} (Dir_{i,t} \times multiple_i \times Volume_{i,t} \times DDelta_{i,t}) \quad (5)$$

其中 $DNBP$ 表示用 $Delta$ 加总的方向性“净购买压力”, $DDelta_i$ 表示经标的资产价格调整后的期权 i 价格对标的资产价格的一阶偏导, 该构造方法在 Bollen 和 Whaley^[6], Hu^[7], 郑振龙等^[8]的基础上乘以了标的证券的价格, 具体计算方法见下文.

同样, 由于不同期权和在值程度的期权对标的资产变动的二阶敏感性 ($Gamma$ 和 $Vega$) 不同, 其所隐含的波动性信息自然也不同. 因此本文使用如下两种指标来衡量波动率相关的“净购买压力”

$$GNBP_t = \sum_{i,t} (Dir_{i,t} \times multiple_i \times Volume_{i,t} \times DGamma_{i,t}) \quad (6)$$

$$VNBP_t = \sum_{i,t} (Dir_{i,t} \times multiple_i \times Volume_{i,t} \times DVega_{i,t}) \quad (7)$$

其中 $GNBP$ 表示用 $Gamma$ 加总的波动性相关“净购买压力”, $VNBP$ 表示用 $Vega$ 加总的波动性相关“净购买压力”, $DGamma_i$ 表示经标的资产价格

调整后的期权 i 价格对标的资产价格的二阶偏导, $DVega_i$ 表示期权 i 价格对标的资产波动率的偏导, 具体计算方法见下文. $VNBP$ 的构造方法与 Ni 等^[9]的方法类似. $GNBP$ 为本文在指标构造上的创新, 目前尚无实证文献使用 $Gamma$ 加总法验证“净购买压力”隐含的波动性信息.

2.2.3 期权希腊值的计算

在计算期权的希腊值时, 国外业界和学界的惯例都是使用 B-S-M 求偏导, 因此本文也使用该公式. 在不同的 ETF 价格之下相同 $Delta$ ($Gamma$) 的期权的风险敞口是不同的, 因此, 需要根据标的资产价格对希腊值进行调整. 调整后的希腊值分别记为 $DDelta$ 、 $DGamma$ 和 $DVega$, 具体计算公式如下(看涨和看跌期权的 $Gamma$ 和 $Vega$ 计算公式相同)

$$DDelta_{c,t} = N(d_1) \times S_t$$

$$d_1 = \frac{\ln(S_t/K) + (r + 0.5\sigma^2)(T - t)}{\sigma \sqrt{T - t}} \quad (8)$$

其中 $DDelta_{c,t}$ 表示经 S 调整后的看涨期权的 $Delta$, $N(\cdot)$ 表示标准正态分布的累积概率分布函数, S 表示标的资产的价格, K 表示行权价, r 表示无风险利率, T 表示期权的到期日, σ 表示期权的隐含波动率.

$$DDelta_{p,t} = -N(-d_1) \times S_t \quad (9)$$

其中 $DDelta_p$ 表示经 S 调整后的看跌期权的 $Delta$.

$$DGamma = \frac{1}{2} \times \frac{e^{-0.5d_1^2}}{S\sigma \sqrt{2\pi T}} \times (1\%S)^2 \quad (10)$$

$$DVega = S \sqrt{T} \frac{e^{-0.5d_1^2}}{\sqrt{2\pi}} \times 1\% \quad (11)$$

对于相同到期期限和行权价格的看涨和看跌期权而言, $Gamma$ 和 $Vega$ 是相等的. 值得注意的是, B-S-M 定价公式成立的前提条件之一是标的资产可以自由卖空, 而这一假定在中国与现实不符, 因为在中国卖空 50ETF 面临很多的限制和成本, 这就导致了 B-S-M 公式在中国不成立. 实际上当卖空受限制时, 市场参与者可以通过期货或期权复制现货的空头, 从而实现卖空现货的目的.

^④ 上证 50ETF 的合约乘数通常为 10 000. 但在 50ETF 分红时, 为了使分红对期权价值没有影响, 上交所会相应调整期权的行权价和合约乘数, 此时市场上不同期权的合约乘数就会不同.

也就是说,为了使用上述公式,可以用衍生品价格所隐含的现货价格来代替上述公式中的 S ,具体做法见下文.另外,上述公式中的波动率是不可观察变量,如前文所述的原因,本文使用隐含波动率作为输入变量.

2.2.4 衍生品隐含的现货价格

由于 B-S-M 公式的推导是基于现货可以自由卖空的前提假设,而在中国股票市场存在卖空限制,因此 B-S-M 公式在我国并不完全适用.上证 50 指数期货和 50ETF 期权虽然都不受卖空限制约束,但上证 50 指数的编制规则导致当成股分红时指数价格会自然回落,而且上证 50 指数成分股的分红存在不确定性,因此上证 50 指数期货价格会受到指数成分股分红不确定性的影响,使用上证 50 期货提取隐含的上证 50ETF 价格信息并不合适.

上证 50ETF 期权有红利保护机制,分红对期权价格没有影响,因此可以视同无收益资产的期权.同时,利用看跌看涨期权平价关系倒推出的隐含的 50ETF 现货价格是可以被卖空交易的(卖出看涨期权,并买入相同到期期限、行权价格的看跌期权即可合成 50ETF 的远期空头),满足 B-S-M 公式的现货可以自由卖空的前提假设.可以由式(12)求出期权隐含的现货价格

$$S_t^0 = c - p + Xe^{-r(T-t)} \quad (12)$$

其中 S_t^0 表示期权隐含的现货价格, c 、 p 分别表示 T 时刻到期的、行权价为 X 的看涨期权和看跌期权价格.

具体计算时,本文剔除熔断和涨跌停价格的期权数据,使用期权的中间价和相应期限的 Shibor 利率,分别对不同期限的所有行权价格的期权对的隐含 50ETF 价格求均值,作为该期限的期权隐含的 50ETF 价格.

2.2.5 期权隐含波动率曲面的构建和估计

由于计算希腊值需要使用不同期限和行权价的期权所对应的隐含波动率,因此需要构建隐含波动率曲面. Dumas 等^[19]认为使用高频数据构建波动率曲面的模型中,二次曲线的表现最好.由于 50ETF 期权的行权价相对较少,需要使用高频数据增加样本量进行拟合.本文的期权波动率曲面的构建参照 Dumas 等^[19]的做法使用高频数据(1 min 频率)和二次曲线构建期权波动率曲线.每日

波动率曲线分为看涨、看跌两个方向和 4 个期限,共 8 条拟合曲线.

由于深度实值和虚值期权的隐含波动率变动较大,为此本文使用前 5 日期权隐含波动率数据构建波动率曲线,以平滑这种波动.具体做法如下: T 日期权的隐含波动率曲面的构建使用 $T-5$ 至 $T-1$ 共 5 个交易日的期权 i 隐含波动率分钟数据 $IV_{i,t}$ (使用上文得到的期权隐含 S 代入 BS 公式求解出隐含波动率).

定义 S_t 为 t 时刻期权隐含 50ETF 现货中间价, K_i 为期权 i 的行权价, T_i 为期权 i 的剩余到期日, r_i 为期权 i 对应剩余期限的无风险利率, $\text{adj-}K_{i,t}$ 为期权 i 在 t 时刻的调整行权价 (K_i/S_t), $C_{i,t}$ 和 $P_{i,t}$ 分别为 t 时刻的看涨(看跌)期权的中间价,剔除集合竞价(含熔断)、9:40 以前的交易数据(期权在开盘前 10 min 由于流动性不足偶尔会出现一些异常成交价格)、隐含波动率计算值小于 1% 的样本.

将期权根据看涨/看跌和剩余到期期限分为 8 组(看涨/看跌 2 个方向,4 个到期期限,共 8 组),每组分别进行如下操作:(1) 对于每组样本中 $\text{adj-}K_{i,t}$ 相等的样本点,令 $\text{adj-}K_j$ 代表每组样本中 $\text{adj-}K_{i,t}$ 的唯一值序列 ($\text{adj-}K_j = \text{unique}(\text{adj-}K_{i,t})$),计算所有的 $\text{adj-}K_{i,t}$ 等于 $\text{adj-}K_j$ 的样本点对应的 $IV_{i,t}$ 的均值 IV_j ,如此则 IV_j 与 $\text{adj-}K_j$ 一一对应.使用式(13)的二次曲线模型拟合不同期限和方向(看涨、看跌)的期权, T 日期权 i 在 t 时刻的隐含波动率根据 t 时刻的 ETF 隐含价格和期权行权价代入回归方程式即可获得(对于回归方程式估计出的隐含波动率小于 1% 的情形,则统一将隐含波动率预测值设置为 1%).对于上市交易日不足 5 日的期权合约,则直接使用对应期限的历史波动率作为波动率的估计值.

$$IV_j = a \times \text{adj-}K_j^2 + b \times \text{adj-}K_j + c + \varepsilon_j \quad (13)$$

3 实证结果

3.1 描述性统计

表 1 和表 2 分别是各变量的描述性统计和相关系数矩阵. $NBP1$ 和 $DNBP$ 是方向性“净购买压

力”指标,两指标高度相关,相关系数达到 0.966. $NBP1$ 和 $DNBP$ 的区别在于 $NBP1$ 对于所有期权赋予相等权重,而 $DNBP$ 则赋予实值期权更高的权重. $NBP2$ 、 $GNBP$ 和 $VNBP$ 是关于波动性“净购买压力”指标,3 个指标之间的相关系数分别为

0.786、0.842 和 0.660, $NBP2$ 赋予所有期权相同的权重,而 $GNBP$ 和 $VNBP$ 赋予接近平值的期权更高的权重(平值期权的 Γ 和 $Vega$ 相对较大).同时,由于本文实证模型为时间序列回归,对表 1 中的各变量做平稳性检验,均为平稳序列.

表 1 描述性统计

Table 1 Descriptive statistics of variables

变量	$NBP1$	$NBP2$	$DNBP$	$GNBP$	$VNBP$	R	$\Delta iVIX$
观测数量	40 846	40 846	40 846	40 846	40 846	40 846	40 846
均值	-24.17	-239.18	-23.90	-0.22	-0.43	0.000	0.002
标准差	2 496.04	900.27	2 957.47	1.06	2.03	0.005	0.479
中位数	-64.00	-137.00	-78.14	-0.08	-0.24	0.000	-0.011
最小值	-21 889.00	-9 230.10	-29 008.20	-15.84	-30.02	-0.101	-7.526
25%分位点	-1 066.00	-579.00	-1 213.42	-0.51	-1.14	-0.001	-0.073
75%分位点	867.04	142.00	937.73	0.10	0.36	0.001	0.048
最大值	20 350.00	10 598.12	27 508.61	22.73	26.10	0.086	30.467

注: $NBP1$ 、 $NBP2$ 、 $DNBP$ 、 $GNBP$ 、 $VNBP$ 指标均除以 10 000 进行展示, R 和 $\Delta iVIX$ 因为数值较小保留三位小数.

表 2 相关系数矩阵

Table 2 Covariance matrix

	$NBP1$	$NBP2$	$DNBP$	$GNBP$	$VNBP$	R	$\Delta iVIX$
$NBP1$	1.000	0.318	0.966	0.298	0.282	0.225	-0.017
$NBP2$	0.318	1.000	0.345	0.786	0.842	0.059	0.069
$DNBP$	0.966	0.345	1.000	0.328	0.304	0.214	-0.017
$GNBP$	0.298	0.786	0.328	1.000	0.660	0.046	0.023
$VNBP$	0.282	0.842	0.304	0.660	1.000	0.052	0.072
R_t	0.225	0.059	0.214	0.046	0.052	1.000	-0.063
$\Delta iVIX_t$	-0.017	0.069	-0.017	0.023	0.072	-0.063	1.000

3.2 回归结果

3.2.1 主模型回归结果

表 3 是 $t+1$ 时刻上证 50 指数收益率与 t 时刻“净购买压力”指标的回归结果(区间间隔为 5 min, 14:55 之后的“净购买压力”指标不对隔日数据做预测,因此剔除当日最后 5 min 交易样本).模型(1)为未加入“净购买压力”的实证结果,模型(2)~模型(4)分别加入了 $NBP1$ 、 $DNBP$ 以及同时加入两个指标,模型(2)和模型(3)的实证结果表明 $NBP1$ 和 $DNBP$ 指标在 1% 的置信度下显著为正,即 $NBP1$ 和 $DNBP$ 指标对指数收益率均有预测能力,当期市场出现正向(负向)的

主动成交行为时,标的指数也将出现一定程度的上涨(下跌).模型(4)同时加入了 $NBP1$ 和 $DNBP$ 指标进行回归, $NBP1$ 仍然统计显著,而 $DNBP$ 指标不再显著,说明整体上 $DNBP$ 指标隐含的标的证券收益率信息已包含在 $NBP1$ 之中. $NBP1$ 具有显著的预测能力,这也表明具有收益率信息的投资者在交易期权时并非完全根据期权的 Δ 值选取合约的,流动性和杠杆率也是投资者考虑的主要因素(实值期权虽然 Δ 较大,但是流动性较差,杠杆率较低).同时,模型(2)~模型(4)的调整 R^2 均大于模型(1),说明加入“净购买压力”指标后模型对标的证券收益率的预测能力有所提升.

表 3 指数收益率与“净购买压力”指标回归结果

Table 3 Regression results for testing index return and net buy pressure

被解释变量: R_{t+1}	模型(1)	模型(2)	模型(3)	模型(4)
$NBP1$		1.115 *** (12.955)		1.097 *** (3.376)
$DNBP$			9.059 *** (12.510)	0.150 (0.055)
R_t	-0.260 *** (-56.822)	-0.273 *** (-58.393)	-0.272 *** (-58.290)	-0.273 *** (-58.385)
截距	2.048E-05 (0.977)	2.312E-05 (1.105)	2.260E-05 (1.080)	2.312E-05 (1.105)
调整 R^2	0.073	0.077	0.077	0.077

注：括号中报告的为 t 值，***，**，* 分别代表在 1%，5% 和 10% 的置信度下统计显著，下同。 $NBP1$ 和 $DNBP$ 指标由于数值较大，为方便展示，分别除以 10 的 11 次方和 10 的 12 次方代入回归方程，后文用到 $NBP1$ 和 $DNBP$ 变量时做相同处理。参数估计值乘以 $NBP1$ 和 $DNBP$ 的 1 倍标准差，对指数收益率的影响约为 0.05% ~ 0.1% 左右。

表 4 是 $t+1$ 时刻 $iVIX$ 指数变化值与 t 时刻“净购买压力”指标回归结果。模型(1)是未加入“净购买压力”指标的回归结果，模型(2)~模型(4)实证结果表明 $NBP2$ 、 $GNBP$ 和 $VNBP$ 指标分别在 1% 的置信度下统计显著，即这 3 个指标均隐含着未来市场波动率变化的信息，模型(5)将 3 个指标同时引入回归模型， $GNBP$ 指标虽然统计显著，但是参数估计值为负，这与该指标的经济含义不符，很大程度是由于多重共线性造成的参数估计值是有偏的，而 $NBP2$ 和

$VNBP$ 指标在 1% 置信度下统计显著，说明 $NBP2$ 和 $VNBP$ 在对波动率信息的提取上更为有效。这也表明“净购买压力”指标可以预测未来的波动率变化，当前期权市场对波动率敞口的需求越强，则未来波动率指数上涨的概率越大。该结论与 Ni 等^[9]以及 Hollowczak 等^[11]对美股期权市场的结论是一致的。同时，模型(2)~模型(5)的调整 R^2 均大于模型(1)，说明加入“净购买压力”指标后模型对波动率指数的预测能力有所提升。

表 4 波动率指数与“净购买压力”指标回归结果

Table 4 Regression results for testing volatility index and net buy pressure

$\Delta iVIX_{t+1}$	模型(1)	模型(2)	模型(3)	模型(4)	模型(5)
$NBP2$		1.613 *** (7.232)			1.640 *** (3.267)
$GNBP$			6.938 *** (3.668)		-9.954 *** (-3.253)
$VNBP$				7.419 *** (7.491)	4.735 *** (2.585)
$\Delta iVIX_t$	-0.182 *** (-43.440)	-0.184 *** (-43.861)	-0.182 *** (-43.519)	-0.184 *** (-43.897)	-0.185 *** (-44.031)
截距	-0.010 2 *** (-5.090)	-0.006 *** (-3.059)	-0.009 *** (-4.242)	-0.007 *** (-3.435)	-0.006 *** (-3.105)
调整 R^2	0.044 1	0.045 3	0.044 4	0.045 4	0.045 7

注：括号中报告的为 t 值，***，**，* 分别代表在 1%，5% 和 10% 的置信度下统计显著，下同。为便于展示， $NBP2$ 、 $GNBP$ 、 $VNBP$ 变量分别乘以 10 的 9 次方、10 的 7 次方和 10 的 7 次方代入回归方程，后文用到以上变量时做相同处理。

3.2.2 不同滞后阶数的检验

进一步，根据 Bollen 和 Whaley^[6]、Kang 和 Park^[5]的“有限套利假说”和“信息学习假说”，信息是通过做市商根据自身存货的变化调整报价以及市场上交易者对过去一段时间交易行为的学习

而传导到价格上的。因此，将分析当前信息对未来上证 50 指数收益率以及 $iVIX$ 指数的变化是否具有更长的预测能力。重新设定检验模型，式(14)和式(15)分别对“净购买压力”指标滞后 5 阶，研究“净购买压力”指标的预测能力。

$$R_t = \alpha + \sum_{i=1}^5 \beta_i R_{t-i} + \sum_{j=1}^5 \gamma_j X_{t-j} + \varepsilon_t \quad (14)$$

$$\Delta iVIX_t = \alpha + \sum_{i=1}^5 \beta_i \Delta iVIX_{t-i} + \sum_{j=1}^5 \gamma_j Y_{t-j} + \varepsilon_t \quad (15)$$

使用滞后5阶的“净购买压力”指标与上证50指数收益率进行回归检验(表5中第1列~第3列所示,由于每日14:35至当日收盘的样本不足5阶,因此删除14:35之后的交易样本),滞后1阶和2阶的*NBP1*和*DNBP*指标均在1%的置信度下统计显著,说明50ETF期权的“净购买压力”指标对指数未来收益率的预测能力约为10 min(滞后一阶为5 min)。

使用滞后5阶的“净购买压力”指标与*iVIX*

指数的变化进行回归检验(表5中第4列~第7列所示)。滞后1阶和2阶的*NBP2*和*VNBP*指标在1%的置信度下统计显著为正,*GNBP*指标仅滞后1阶统计显著,*NBP2*和*VNBP*指标对未来波动率的预测时间较*GNBP*指标更长。造成这一结果的原因主要是*Gamma*指标并非期权对于隐含波动率的敏感度,而是期权对于标的证券价格的二阶导数,只有标的证券大幅上涨(下跌)时,*Gamma*才会对期权价格产生巨大影响,而隐含波动率与标的证券出现大幅度的价格变化并不同步。因此,*Gamma*对隐含波动率变化的信息的提取并不直接。使用*Gamma*加总的“净购买压力”指标在高频区间上表现不如简单加总和*Vega*加总的指标。

表5 “净购买压力”指标回归结果(滞后5阶检验)

Table 5 Regression results of net buy pressure(5 lagged order test)

被解释变量: R_t	<i>NBP1</i>	<i>DNBP</i>	被解释变量: $\Delta iVIX_t$	<i>NBP2</i>	<i>GNBP</i>	<i>VNBP</i>
X_{t-1}	1.277 *** (14.414)	10.260 *** (13.813)	Y_{t-1}	1.498 *** (6.445)	6.296 *** (3.237)	7.125 *** (6.928)
X_{t-2}	0.269 *** (2.987)	2.227 *** (2.955)	Y_{t-2}	0.839 *** (3.539)	2.615 (1.327)	3.832 *** (3.651)
X_{t-3}	0.065 (0.720)	0.432 (0.570)	Y_{t-3}	0.029 (0.123)	0.788 (0.398)	0.710 (0.673)
X_{t-4}	-0.024 *** (-2.640)	-1.872 ** (-2.461)	Y_{t-4}	-0.003 (0.014)	-1.649 (-0.826)	0.317 (0.299)
X_{t-5}	0.070 (0.789)	0.448 (0.598)	Y_{t-5}	0.131 (0.557)	1.483 (0.744)	0.894 (0.856)
调整 R^2	0.083 1	0.082 5	调整 R^2	0.044 9	0.043 5	0.045 2

注: X 代表的是不同加总方法的“净购买压力”指标,第二列 X 对应的是*NBP1*指标,第三列对应的是*DNBP*指标。 Y 代表的是不同加总方法的“净购买压力”指标,第五列 Y 对应的是*NBP2*指标,第六列对应的是*GNBP*指标,第七列对应的是*VNBP*指标。滞后1阶~5阶的被解释变量和截距项也带入回归中,出于篇幅考虑未在表格中报告结果。

3.2.3 看涨和看跌期权的差异性比较

由于看涨期权和看跌期权存在一定的差异性,对于同样*Delta*的买入(卖出)看涨期权和卖出(买入)看跌期权,买入期权交易只需要缴纳期权费,具有较高的杠杆,但需要付出时间价值,卖空期权需要冻结较多的保证金,杠杆低于买入期权,但是卖空期权可以获得时间价值,因此买入(卖出)看涨期权和卖出(买入)看跌期权具有不同的风险收益特征。对于波动率信息,看涨和看跌期权的波动率通常并不相等,尤其在市场情绪极度悲观或是暴涨的行情下,会出现看涨和看跌期权隐含波动率差异很大的情况。因此,本文将模型中的“净购买压力”指标拆分成看涨期权和看跌

期权“净购买压力”重新对实证模型进行检验,进一步分析看涨和看跌期权的“净购买压力”指标的信息含量是否具有差异性。

表6报告了看涨和看跌期权的“净购买压力”指标的信息含量的差异性分析结果。对于上证50指数收益率的预测,*NBP1*和*DNBP*指标的表现相同,滞后1阶的看涨和看跌期权对指数未来5 min的收益率在1%的置信度下都具有显著正相关性,滞后2阶的看跌期权的“净购买压力”指标在5%的置信度下与指数收益率显著正相关,而滞后2阶的看涨期权的“净购买压力”指标对上证50指数收益率无显著预测能力。因此,我们认为看跌期权的“净购买压力”指标相较于看

涨期权对指数未来收益率的预测能力更为持久, 这一定程度表明方向性交易者更倾向于交易看跌期权. 当然这一结果可能跟本文的样本期主要处于熊市有关, 未来需要进一步考察.

对于 $iVIX$ 指数变化的预测能力, 看涨看跌期权的预测能力与不区分看涨看跌的表现一致. 滞

后 2 阶的看涨和看跌期权的 $NBP2$ 和 $VNBP$ 指标对 $iVIX$ 指数的变化均有预测能力, 而看涨和看跌期权只有滞后一阶的 $GNBP$ 指标对 $iVIX$ 指数有预测能力, 该实证结果再一次印证了 $NBP2$ 和 $VNBP$ 指标对上证 50 指数波动率变动的预测能力优于 $GNBP$ 指标.

表 6 看涨、看跌期权“净购买压力”指标比较

Table 6 Comparison of net buy pressure of call and put

被解释变量: R_t	$NBP1$	$DNBP$	被解释变量: $\Delta iVIX_t$	$NBP2$	$GNBP$	$VNBP$
$call_{X_{t-1}}$	1.321 *** (5.497)	7.818 *** (4.617)	$call_{Y_{t-1}}$	1.419 *** (6.105)	6.130 *** (3.149)	6.389 *** (6.189)
$call_{X_{t-2}}$	-0.045 (-0.184)	-0.159 (-0.092)	$call_{Y_{t-2}}$	0.859 *** (3.623)	2.65 (1.345)	3.712 *** (3.526)
$call_{X_{t-3}}$	0.039 (0.158)	0.509 (0.294)	$call_{Y_{t-3}}$	0.051 (0.216)	0.886 (0.447)	0.742 (0.702)
$call_{X_{t-4}}$	0.033 (0.132)	-0.036 (-0.020)	$call_{Y_{t-4}}$	0.019 (0.078)	-1.55 (-0.776)	0.409 (0.385)
$call_{X_{t-5}}$	-0.080 (-0.327)	-0.704 (-0.406)	$call_{Y_{t-5}}$	0.154 (0.652)	1.62 (0.812)	0.995 (0.951)
$put_{X_{t-1}}$	1.225 *** (4.156)	14.202 *** (5.496)	$put_{Y_{t-1}}$	2.731 *** (9.572)	14.170 *** (5.622)	12.590 *** (10.023)
$put_{X_{t-2}}$	0.666 ** (2.217)	6.107 ** (2.336)	$put_{Y_{t-2}}$	1.134 *** (3.895)	4.062 (1.594)	5.494 *** (4.276)
$put_{X_{t-3}}$	0.084 (0.279)	0.333 (0.127)	$put_{Y_{t-3}}$	0.073 (0.252)	1.261 (0.494)	0.967 (0.750)
$put_{X_{t-4}}$	-0.580 * (-1.918)	-4.829 * (-1.827)	$put_{Y_{t-4}}$	0.031 (0.104)	-3.378 (-1.315)	0.836 (0.646)
$put_{X_{t-5}}$	0.267 -0.898	2.269 -0.867	$put_{Y_{t-5}}$	0.131 (0.454)	0.843 (0.330)	0.925 (0.728)
调整 R^2	0.083 1	0.082 6	调整 R^2	0.046 6	0.044 1	0.047 1

注: 表中 X, Y 分别代表收益率和波动率“净购买压力”指标, 看跌期权的 $NBP1$ 指标已乘以 -1 , 指标方向与看涨期权一致. 表中截距项和应变量的滞后项的回归参数估计与表 5 类似, 因此省略.

3.2.4 不同在值程度(moneyness)期权的“净购买压力”比较

由于期权按照其在值程度可以分成实值(ITM)、平值(ATM)和虚值(OTM), 不同在值程度的期权的风险特征和杠杆水平都是不同的, 实值期权的 $Delta$ 较大, 但是相较于平值期权和虚值期权流动性较差, 平值期权流动性最好, 而虚值期权 $Delta$ 小且期权费便宜具有一定的彩票属性. 本文参考 Hu^[7]、陈森鑫和武晨^[20]对期权的在值程度的划分, 将期权根据其 $Delta$ 分为虚值期权(OTM , $|\delta| < 0.375$)、平值期权(ATM , $0.375 \leq |\delta| < 0.625$)和实值期权(ITM , $|\delta| \geq 0.625$), 比较不同在值程度的期权的“净购买压力”指标对指数收益率和波动率预测能力的差异性.

表 7 报告了不同在值程度的期权的“净购买

压力”对上证 50 指数收益率的预测能力. 实值期权和虚值期权的“净购买压力”指标对未来 5 min 的上证 50 指数的收益率都具有显著的预测能力, 而平值期权的 $NBP1$ 和 $DNBP$ 对上证 50 指数未来收益率的预测能力具有一定的差异性, 平值期权的 $NBP1$ 指标没有显著的预测能力, 而平值期权的 $DNBP$ 指标则有显著的预测能力, 说明对于平值期权的隐含信息应使用 $Delta$ 加总的方式进行提取. 表 7 同时报告了不同在值程度的期权的“净购买压力”对 $iVIX$ 指数变动的预测能力. $NBP2$ 和 $VNBP$ 指标的实证结果相近, 平值期权和虚值期权滞后 1 阶的 $NBP2$ 和 $VNBP$ 指标在 1% 的置信度下显著为正, 而实值期权滞后 1 阶的 $NBP2$ 和 $VNBP$ 指标在 5% 置信度下显著为正, $GNBP$ 指标仅有滞后 1 阶的平值和虚值期权在

5%置信度下显著为正,说明由于平值期权 *Vega* 较大而虚值期权具有较高的“彩票”属性,波动率交易者更倾向于交易平值和虚值期权.但是,实值期权和虚值期权的滞后1阶和2阶 *NBP2* 和 *VNBP* 指标都有显著的预测能力,而平值期权滞后2阶的“净购买压力”指标对 *iVIX* 指数的变化不具有显著的预测能力.这也表明相较于实值期权和虚值期权,平值期权对 *iVIX* 指数的预测能力虽然显著但可预测时间较短.

3.2.5 非对称性检验

受 Hu^[7] 关于“净购买压力”非对称性研究的启发,不同方向的“净购买压力”对标的证券价格和波动率的影响应有所差异.对于预期指数上涨的投资者可以在衍生品和现货市场同时交易,而由于卖空限制,预期指数下跌的投资者只能通过期权和股指期货市场进行交易.在上涨的行情下,投资者可以直接交易股票、ETF 等现货资产,进而推高指数价格.但在下跌的行情下,投资者只能通过交易衍生品资产,并通过做市商和套利者的交易行为逐步传递到现货市场.因此,不同方向的“净购买压力”对指数收益率的预测能力应有所差异.同时,对于波动率信息,市场在波动率较大的时候(尤其是

市场恐慌期间),大量的抛售和套保交易的需求使得波动率更易被推高.因此,不同方向的“净购买压力”指标对市场波动率的预测应有所差异.当市场产生相同程度的“净购买压力”时,正向指标与波动率变化的参数估计值应高于负向指标.

本文重新设定检验模型,将“净购买压力”指标分为正向和负向两类指标,研究该指标隐含信息的非对称性,如式(16)和式(17)所示,其中 $X_t^- = \min(0, X)$, $Y_t^- = \min(0, Y)$. X_t^- 和 Y_t^- 的参数用于检验非对称的信息在预测上的差异性.

$$R_{t+1} = \alpha + \beta R_t + \gamma_1 X_t + \gamma_2 X_t^- + \varepsilon_t \quad (16)$$

$$\Delta iVIX_{t+1} = \alpha + \beta \Delta iVIX_t + \gamma_1 Y_t + \gamma_2 Y_t^- + \varepsilon_t \quad (17)$$

表8报告了“净购买压力”指标的收益率和波动率非对称性检验结果. X_t^- 的参数估计值显著为负,说明期权“净购买压力”的正向指标的参数估计值高于负向指标,这也表明具有指数正向信息的交易者可以通过现货、期货和期权多个市场同时交易,共同推高指数价格,而负向信息的交易者只能通过衍生品市场交易,一定程度受到交易制度的约束. Y_t^- 的参数估计值显著为负,表明“净购买压力”对波动率指数的正向影响高于负向影响,市场在恐慌或是情绪高涨时主动成交行为更容易推高波动率.

表7 不同在值程度的期权“净购买压力”检验

Table 7 Comparison of different moneyness options' net buy pressure

被解释变量: R_t	<i>NBP1</i>	<i>DNBP</i>	被解释变量: $\Delta iVIX_t$	<i>NBP2</i>	<i>GNBP</i>	<i>VNBP</i>
<i>ITM_X</i> _{<i>t-1</i>}	1.794 *** (5.019)	5.565 *** (3.126)	<i>ITM_Y</i> _{<i>t-1</i>}	1.052 ** (2.354)	4.333 (1.210)	6.067 ** (2.346)
<i>ITM_X</i> _{<i>t-2</i>}	-0.077 (-0.200)	1.000 (0.055)	<i>ITM_Y</i> _{<i>t-2</i>}	1.150 ** (2.545)	5.017 (1.393)	6.544 ** (2.505)
<i>ITM_X</i> _{<i>t-3</i>}	-0.075 (-0.191)	0.278 (0.153)	<i>ITM_Y</i> _{<i>t-3</i>}	0.672 (1.477)	3.086 (0.849)	3.763 (1.438)
<i>ATM_X</i> _{<i>t-1</i>}	0.681 * (1.725)	12.940 *** (4.196)	<i>ATM_Y</i> _{<i>t-1</i>}	1.622 *** (3.006)	7.145 ** (2.203)	5.868 *** (3.321)
<i>ATM_X</i> _{<i>t-2</i>}	-0.381 (0.142)	1.878 (0.604)	<i>ATM_Y</i> _{<i>t-2</i>}	0.63 (1.160)	0.509 (0.156)	2.292 (1.289)
<i>ATM_X</i> _{<i>t-3</i>}	0.226 (-0.084)	-1.197 (-0.383)	<i>ATM_Y</i> _{<i>t-3</i>}	0.112 (0.205)	0.773 (0.235)	1.041 (0.582)
<i>OTM_X</i> _{<i>t-1</i>}	1.595 *** (6.643)	21.88 *** (4.094)	<i>OTM_Y</i> _{<i>t-1</i>}	1.684 *** (5.183)	6.992 ** (2.086)	9.245 *** (5.275)
<i>OTM_X</i> _{<i>t-2</i>}	0.272 (1.017)	9.341 * (1.728)	<i>OTM_Y</i> _{<i>t-2</i>}	0.795 ** (2.403)	3.420 (1.002)	4.214 ** (2.357)
<i>OTM_X</i> _{<i>t-3</i>}	0.300 -1.112	3.533 -0.652	<i>OTM_Y</i> _{<i>t-3</i>}	-0.343 (-1.033)	-1.161 (-0.339)	-1.290 (-0.719)
调整 R^2	0.084 1	0.084 2	调整 R^2	0.045 1	0.043 6	0.045 5

注: 检验为滞后5阶检验,表中只报告了净购买压力指标前3阶的参数估计值和显著性,第4阶、第5阶指标无显著性,截距项和应变量的滞后项的回归参数估计在报告中省略.

表8 “净购买压力”的非对称性检验
Table 8 Test of asymmetric net buy pressure

被解释变量: R_{t+1}	$NBP1$	$DNBP$	被解释变量: $\Delta iVIX_{t+1}$	$NBP2$	$GNBP$	$VNBP$
X	1.332 *** (10.000)	10.450 *** (9.439)	Y	2.665 *** (5.946)	13.610 *** (3.982)	12.150 *** (6.526)
X^-	-0.474 ** (-2.142)	-3.071 * (-1.663)	Y^-	-1.633 *** (-2.701)	-10.910 ** (-2.344)	-7.757 *** (-3.000)
R_t	-0.273 *** (-58.372)	-0.272 *** (-58.282)	$\Delta iVIX_t$	-0.185 *** (-43.933)	-0.182 *** (-43.545)	-0.184 *** (-43.935)
截距	-1.52E-05 (-0.551)	-6.30E-06 (-0.232)	截距	-0.011 *** (-4.059)	-0.012 *** (-4.837)	-0.012 *** (-4.551)
调整 R^2	0.077 1	0.076 8	调整 R^2	0.0456	0.044 5	0.045 6

注: 表中 X 和 Y 分别对应收益率和波动率相关的“净购买压力”指标。

3.2.6 稳健性检验

1) 对实现波动率 (realized volatility) 的检验

前文研究了“净购买压力”指标对 $iVIX$ 指数的影响, Ni 等^[9] 和 Holowczak 等^[11] 均使用实现波动率 (realized volatility, RV) 作为研究目标. 由于 RV 需要较长区间的样本进行估计, 对于高频数据, 显然无法使用过长区间的样本来估计实现波动率. 因此, 本文仅使用未来 5 min 的行情数据估计短区间的 RV, 研究“净购买压力”的隐含信息. RV 的计算方法分别参考 Ni 等^[9] 和 Holowczak 等^[11] 的估计方法. Ni 等^[9] 使用未来一天的股票最高价与最低价之差除以前收盘价来近似 RV, Holowczak 等^[11] 使用 1s 的股票收益率计算段区间的 RV. 本文参考以上两种方法分别计算 RV, 研究“净购买压力”指标对 RV 的影响. RV 的具体计算公式如式(18)和式(19)所示, P_t 为 t 时刻上证 50 指数的价格, 式(19)中计算高频收益率的间隔为 3 s^⑤, 由于数据间隔很小, 为避免股票盘口买卖价未发生变化仅仅是最新成交价发生变化导致的收益率计算的波动, 需要使用股票中间价计算 RV, 而指数行情仅推送最新成交价计算的指数价格, 无法计算 RV, 本文使用 50ETF 的中间价代替上证 50 指数的价格计算 RV, 式(19)中的变量 R 的定义同式(14).

使用 $RV1$ 和 $RV2$ 分别替代式(2)的被解释变量, 使用“净购买压力”指标对 RV 进行回归, 表 9 和表 10 分别报告了“净购买压力”指标对 $RV1$ 和 $RV2$ 的回归结果. $NBP2$ 、 $GNBP$ 和 $VNBP$ 指标对

$RV1$ 和 $RV2$ 的参数估计值均显著为正, 这与理论预期相符, 模型(2)~模型(5)的调整 R^2 均比模型(1)有所提升, 说明“净购买压力”指标提升了模型的预测力. 表 10 中模型(5)的 $GNBP$ 和 $VNBP$ 不再显著, 即 $NBP2$ 指标对 $RV1$ 的预测效果最好. 而表 10 模型(3)和模型(4)中的 $NBP2$ 和 $GNBP$ 指标分别统计显著, 即 $NBP2$ 和 $GNBP$ 对于 $RV2$ 的预测能力较强. 而 $VNBP$ 在表 9 和表 10 的模型(5)中均统计不显著, 说明 $VNBP$ 指标适用于隐含波动率的信息提取, 而不适用于实现波动率信息的提取, $GNBP$ 更适用于已实现波动率信息的提取.

$$RV1_{t+1} = \ln\left(\frac{\max(P_{\tau \in (t, t+1]})}{\min(P_{\tau \in (t, t+1]})}\right) / P_t + 1 \quad (18)$$

$$RV2_{t+1} = \sqrt{\sum_{\tau \in (t, t+1]} R_{\tau}^2} \quad (19)$$

2) 分样本检验

由于实证研究样本期较长(2015-03-09~2018-09-28), 共跨越了 4 个自然年度, 因此将样本按照自然年度拆分成 4 个子样本进行检验(附录-表 A1), 发现期权“净购买压力”对标的证券的收益率和波动率均有显著的预测能力.

3) 使用 50ETF 价格直接作为标的证券价格进行检验

前文的研究考虑了中国市场的卖空限制对期权定价的影响, 在稳健性检验中, 直接使用 50ETF 的中间价代入 B-S-M 公式中重新进行检验(附录-表 A2 和表 A3), 得到的结论与原结论无明显

⑤ 上交所股票、ETF 行情推送的间隔为 3 s

显差异,这说明由于卖空限制导致衍生品贴水的样本在总样本中比重较小,且多存在于样本初期

以及少量极度恐慌的行情中,对整体研究结果的影响有限.

表 9 $RV1$ 与“净购买压力”指标回归结果

Table 9 Regression results for testing $RV1$ and net buy pressure

$RV1_{t+1}$	模型(1)	模型(2)	模型(3)	模型(4)	模型(5)
$NBP2$		0.003 *** (4.692)			0.005 *** (2.995)
$GNBP$			0.024 *** (3.870)		0.003 (0.289)
$VNBP$				0.010 *** (3.111)	-0.009 (-1.550)
$RV1_t$	0.656 *** (185.560)	0.655 *** (185.088)	0.655 *** (185.240)	0.655 *** (185.188)	0.655 *** (185.094)
截距	6.000e-04 *** (63.650)	6.100e-04 *** (63.128)	6.064e-04 *** (63.350)	6.054e-04 *** (63.158)	6.101e-04 *** (63.141)
调整 R^2	0.457 4	0.457 7	0.457 6	0.457 5	0.457 7

表 10 $RV2$ 与“净购买压力”指标回归结果

Table 10 Regression results for testing $RV2$ and net buy pressure

$RV2_{t+1}$	模型(1)	模型(2)	模型(3)	模型(4)	模型(5)
$NBP2$		0.006 *** (11.700)			0.003 *** (2.798)
$GNBP$			0.055 *** (12.000)		0.034 *** (4.534)
$VNBP$				0.023 *** (9.710)	-9.80E-04 (-0.211)
$RV2_t$	0.239 *** (114.300)	0.239 *** (114.200)	0.239 *** (114.300)	0.239 *** (114.100)	0.239 *** (114.200)
截距	0.001 *** (189.800)	0.001 *** (188.000)	0.001 *** (189.400)	0.001 *** (188.600)	0.001 *** (188.000)
调整 R^2	0.242 3	0.244 8	0.245 0	0.244 1	0.245 2

5 结束语

本文使用 50ETF 期权的逐笔原始行情数据整理成 5 min 高频数据对期权“净购买压力”指标的信息含量进行研究.考虑了卖空限制对衍生品定价的影响,使用不同的加总方式研究“净购买压力”指标对上证 50 指数收益率(方向性)和 $iVIX$ 指数的变化(波动性)的预测能力,并比较了不同加总方法构造的“净购买压力”指标、看涨看跌期权、不同在值程度期权以及非对称的“净购买压力”指标的预测能力的差异性,得出以下结论:

第一,在方向性的预测能力方面,整体上看,简单加总与使用 $Delta$ 加总的“净购买压力”指标

均具有方向性预测能力,而 $Delta$ 加总的“净购买压力”隐含的信息已包含在简单加总的指标之中,不具有单独的预测能力;看跌期权对指数的预测能力较看涨期权更为持久;比较不同在值程度的期权的差异性, $Delta$ 加总方法对于平值和虚值期权的隐含信息的提取更为有效.

第二,在波动性预测能力方面,整体而言,使用简单加总和使用 $Gamma$ 、 $Vega$ 加总的“净购买压力”指标均隐含着未来市场的波动率信息,简单加总法和 $Vega$ 加总法对隐含波动率的预测能力均优于 $Gamma$ 加总法, $Gamma$ 加总法更适用于实现波动率(RV)的预测;看涨期权与看跌期权所隐含的波动率信息无明显差异;平值和虚值期权的“净购买压力”指标对波动率的预测能力更

显著,实值和虚值期权相比于平值期权对波动率具有更长时间的预测能力。

第三,由于卖空限制,正向的“净购买压力”指标对指数收益的影响高于负向的“净购买压

力”指标,正向的“净购买压力”指标对波动率的影响高于负向的“净购买压力”指标,这表明市场在恐慌时投资者对波动率交易的需求更容易导致波动率的上涨。

参 考 文 献:

- [1] Black F. Fact and fantasy in the use of options[J]. *Financial Analyst Journal*, 1975, 31(4): 36 – 72.
- [2] Ho T, Stoll H. The dynamics of dealer markets under competition[J]. *Journal of Finance*, 1983, 38(4): 1053 – 1074.
- [3] Easley D, O’Hara M. Price, trade size, and information in securities markets[J]. *Journal of Financial Economics*, 1987, 19(1): 69 – 90.
- [4] Holowczak R, Simaan Y, Wu L. Price discovery in the U. S. stock and stock options markets: A portfolio approach[J]. *Review of Derivative Research*, 2006, 9: 37 – 65.
- [5] Kang J, Park H. The information content of net buying pressure: Evidence from the KOSPI 200 index option market[J]. *Journal of Financial Markets*, 2008, 11: 36 – 56.
- [6] Bollen P B, Whaley R E. Does net buying pressure affect the shape of implied volatility functions? [J]. *Journal of Finance*, 2004, 59(2): 711 – 753.
- [7] Hu J. Does option trading convey stock price information[J]. *Journal of Financial Economics*, 2014, 111(3): 625 – 645.
- [8] 郑振龙, 吕 恺, 林苍祥. 净购买压力的信息含量——台指期权市场的证据[J]. *金融研究*, 2014, (4): 114 – 127.
Zheng Zhenlong, Lü Kai, William T Lin. Information content of net buying-pressure: Evidence from the TXO market[J]. *Journal of Financial Research*, 2014, (4): 114 – 127. (in Chinese)
- [9] Ni S X, Pan J, Poteshman A M. Volatility information trading in the option market[J]. *Journal of Finance*, 2008, 63(3): 1059 – 1091.
- [10] Chang C, Hsieh P, Wang Y. Information content of options trading volume for future volatility: Evidence from the Taiwan options market[J]. *Journal of Banking and Finance*, 2010, (34): 174 – 183.
- [11] Holowczak R, Hu J, Wu L. Aggregating information in option transactions[J]. *Journal of Derivatives*, 2014, 21(3): 9 – 23.
- [12] Easley D, O’Hara M, Srinivas P S. Option volume and stock prices: Evidence on where informed traders trade[J]. *Journal of Finance*, 1998, 53(2): 431 – 465.
- [13] Chan K, Chung Y P, Fong W. The informational role of stock and option volume[J]. *Review of Financial Studies*, 2002, 15(4): 1049 – 1075.
- [14] Chakravarty S, Gulen H, Mayhew S. Information trading in stock and option markets[J]. *Journal of Finance*, 2004, 59(3): 1235 – 1257.
- [15] Choy S K, Wei J. Option trading: Information or difference of opinion[J]. *Journal of Banking and Finance*, 2012, (36): 2299 – 2322.
- [16] 郑振龙, 吕 恺, 林苍祥. 交易量的信息含量:台湾期权市场的证据[J]. *金融研究*, 2012, (6): 178 – 192.
Zheng Zhenlong, Lü Kai, William T Lin. Information Content of Volume: Evidence from the TXO Market[J]. *Journal of Financial Research*, 2012, (6): 178 – 192. (in Chinese)
- [17] Muravyev D, Ni X. Why do option returns change sign from day to night? [J]. *Journal of Financial Economics*, 2020, 136(1): 219 – 238
- [18] Lee C M C, Ready M A. Inferring trade direction from intraday data[J]. *Journal of Finance*, 1991, 46(2): 733 – 746.
- [19] Dumas B, Fleming J, Whaley R E. Implied volatility functions: Empirical tests[J]. *Journal of Finance*, 1998, 53(6): 2059 – 2106.
- [20] 陈淼鑫, 武 晨. 随机跳跃强度与期权隐含风险溢价[J]. *管理科学学报*, 2018, (4): 28 – 42.
Chen Miaoxin, Wu Chen. Stochastic jump intensity and option implied risk premiums[J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2018, (4): 28 – 42. (in Chinese)

Information content of options' net buying pressure

ZHENG Zhen-long, XU Yun, CHEN Rong*

School of Management, Xiamen University, Xiamen 361005, China

Abstract: This paper uses the high-frequency data of 50ETF options to study the predictive power of net buying pressure (NBP hereafter) for the underlying stock index return and volatility, and compares the difference between different weighting methods, call and put options, options with different degrees of moneyness and information asymmetry. It is found that 50ETF options' NBP conveys both the return and volatility information of the underlying stock index. The information of Delta-aggregated NBP has already been conveyed by simply aggregated NBP. Call, put options and options with different degrees of moneyness contain different information on underlying stocks' return and volatility. Simply aggregated, *Gamma*-and *Vega*-aggregated NBP convey the volatility information. The NBP of ATM and OTM options has better predictability for volatility than ITM options. Moreover, asymmetric effects of NBPs on index return and volatility are identified.

Key words: net buying pressure; information content; 50ETF option

附录

表 A1 分样本检验
Table A1 Sub-sample test

应变量	检验变量	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年
R_t	$NBP1_{t-1}$	4.928 *** (5.509)	1.463 *** (8.152)	0.571 *** (9.079)	1.046 *** (11.118)
	$NBP1_{t-2}$	0.974 (1.068)	0.714 *** (3.908)	0.006 (0.924)	0.105 (1.107)
	$DNBP1_{t-1}$	38.990 *** (5.008)	11.802 *** (7.713)	4.521 *** (9.641)	9.208 *** (10.751)
	$DNBP1_{t-2}$	7.758 (0.978)	6.799 *** (4.385)	0.312 (0.648)	1.086 (1.256)
$\Delta iVIX_t$	$NBP2_{t-1}$	3.113 (1.233)	1.996 *** (4.485)	1.050 *** (5.993)	0.839 *** (3.482)
	$NBP2_{t-2}$	0.005 ** (2.140)	1.386 *** (3.073)	0.327 (1.829)	0.464 * (1.887)
	$GNBP1_{t-1}$	-14.651 (-0.323)	10.833 ** (2.362)	5.363 *** (4.678)	6.132 ** (2.468)
	$GNBP1_{t-2}$	71.821 (1.572)	5.413 (1.163)	1.241 (1.068)	2.603 (1.037)
	$VNBP1_{t-1}$	8.353 (0.695)	8.499 *** (3.787)	4.962 *** (6.733)	4.719 *** (4.396)
	$VNBP1_{t-2}$	25.380 ** (2.098)	7.185 *** (3.155)	1.094 (1.455)	2.494 ** (2.284)

注：将样本根据自然年度分为 4 个子样本，分别检验滞后 5 阶的“净购买压力”指标对指数收益率和波动率的影响，滞后 3 阶 - 5 阶的参数估计值基本统计不显著，未在表中报告。

(下转第 126 页)