

上证 50ETF 期权隐含波动率微笑形态的 风险信息容量研究

倪中新^{1,2}, 郭 婧¹, 王琳玉¹

(1. 上海大学 经济学院, 上海 200444; 2. 上海大学 金融信息研究中心, 上海 200444)

摘要: 文章研究了上证 50ETF 期权隐含波动率微笑形态中包含的风险信息。实证分析发现, 隐含波动率微笑倾角对股票市场收益有显著的预测能力。隐含波动率微笑倾角程度越高, 未来的股票收益越低。隐含波动率微笑倾角形态的预测能力在未来 12 周之内非常稳定, 在未来 12 周到 24 周之间开始减弱。在更换隐含波动率微笑倾角程度的测度方法以及加入控制变量后, 上述结论仍成立。此外, 上证 50ETF 期权隐含波动率微笑倾角程度不仅对上证 50 指数的未来走势有显著的预测能力, 而且对其成分股也有显著的定价能力。文章进一步分析了期权隐含波动率水平, 发现这一指标能够显著预测上证 50 指数收益, 但对成分股却没有定价能力。这表明与波动率本身相比, 期权隐含波动率的微笑倾角程度是更好的股票风险溢价因子。

关键词: 期权隐含风险; 隐含波动率微笑; 股票收益预测; 尾部风险

中图分类号: F832.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-9952(2020)04-0155-15

DOI: 10.16538/j.cnki.jfe.2020.04.011

一、引言

金融衍生品对底层资产价格的影响一直是学术研究的重点, 而作为最重要的衍生品之一, 期权对底层资产未来走势的预测作用已经在诸多学术研究中被证实。期权隐含波动率 σ^{imp} 是底层资产风险的重要度量指标。 σ^{imp} 是期权内在价值状态和剩余到期期限 τ 的函数, 记为 $\sigma^{imp}(moneyness, \tau)$, 在诸多文献中也常被称为隐含波动率曲面 (*implied volatility surface*)。在 Black 和 Scholes(1973) 的有效市场假设下, σ^{imp} 估计的是同一标的资产收益的波动状态, 在不同的价值状态和剩余到期期限下应为常数。但学者相继发现在给定剩余到期期限时, 函数 $\sigma^{imp}(moneyness, \tau)$ 在价值状态上出现“微笑” (*implied volatility smile*) 的现象, 即中间低两边高的下凸形态。Rubinstein(1985) 最早记录到美国股指期货期权隐含波动率的微笑形态。之后, Dumas 等(1998) 分析标普 500 时发现, 不同价值状态下的期权隐含波动率不仅出现“微笑”的现象, 还表现出倾斜状态, 即隐含波动率从 OTM 认沽到 OTM 认购逐渐降低。Foresi 和 Wu(2005) 研究了世界主要金融市场的 12 只股指期货, 发现股指期货期权隐含波动率从 OTM 认沽到 OTM 认购的微笑倾斜现象普遍存在。

收稿日期: 2019-07-10

基金项目: 国家自然科学基金项目(71171127); 上海市浦江人才计划项目(10PJC050)

作者简介: 倪中新(1975—), 男, 山东沂水人, 上海大学经济学院教授、博士生导师, 上海大学金融信息研究中心主任;

郭 婧(1991—), 女, 河南汝州人, 上海大学经济学院博士研究生;

王琳玉(1991—), 女, 河北承德人, 上海大学经济学院博士研究生。

在发现隐含波动率微笑现象之后,学者开始研究这一现象产生的原因和机制,主流观点主要有两种。第一种观点认为,隐含波动率微笑倾斜现象与底层资产收益分布的负尾部风险是高度相关的;而第二种则认为,这种倾斜现象是由市场参与者对市场的预期所导致的,或者说隐含波动率在不同价值状态下的差异反映了投资者对市场未来形势的看法。关于第一种观点,大多数研究指出,股票市场上尾部风险的增加与市场上 *OTM* 认沽期权的隐含波动率及相对价格变高是相互影响的。Bates(1991)认为,*OTM* 认沽期权的交易数据包含底层资产收益分布的左尾部信息,底层资产收益分布的非对称性现象会反映在 *OTM* 认沽和 *OTM* 认购期权的相对价格中。Pan(2002)提出期权隐含波动率在不同价值状态下的倾斜现象主要来源于市场投资者对大幅下跌风险的恐慌情绪,研究表明尾部风险溢价(度量投资者对大幅下跌风险的恐慌情绪)在统计意义上对横截面上期权的波动率微笑倾斜现象有显著的解释能力。Bollen 和 Whaley(2004)也研究了隐含波动率倾斜与底层资产收益分布的关系。他们通过比较股指和个股发现,股指收益的左尾风险更高,即左边尾巴更厚,而股指期权的隐含波动率往往比个股期权更加倾斜。Yan(2011)则从理论上探讨了尾部风险与隐含波动率倾斜的相关关系,指出当期权临近到期且处于 *ATM* 的状态时,波动率微笑的局部斜率与股票的跳跃幅度和强度是高度相关的。

关于第二种观点,Bates(1991)提到,股指期权的价格数据反映了市场参与者对未来底层资产走势的预期。Bates(1991)指出,随着股票市场大幅下跌风险的增加,投资者根据自己的判断进行交易,导致 *OTM* 认沽期权的价格会明显高于 *OTM* 认购期权。由于期权这类衍生品的高杠杆特性,大量期权交易会对底层资产的未来走势产生影响;此外,相对于其他金融产品,期权产品的交易者有着更高的投研能力和更理性的判断能力,所以期权交易数据中的隐含信息对于判断市场未来走势是有价值的。Gârleanu 等(2009)使用个股期权的隐含波动率水平来衡量同标的不同价值合约的昂贵性(*expensiveness*),指出隐含波动率水平反映了交易者对不同合约的偏好和需求量。Bollen 和 Whaley(2004)指出,标普 500 期权的隐含波动率形态在与尾部风险相关的同时,其倾斜现象也反映了市场上参与者对某些期权合约的供需平衡的状态。Xing 等(2010)证明了个股期权的隐含波动率斜率对股市走向有显著的预测能力,且微笑形态越倾斜的个股在未来的表现越差。Yan(2011)指出,使用深度 *OTM* 期权数据会带来很大的测量误差,而使用接近 *ATM* 的期权数据构造局部隐含波动率微笑斜率来刻画股市的尾部风险更加合理。于是,Yan(2011)的尾部风险测度指标为 *ATM*、临近到期认沽和认购期权的隐含波动率之差,使用个股期权数据证实了局部期权隐含波动率微笑斜率的增加会导致未来股票收益的显著下降。基于 Gârleanu 等(2009)的结论,Xing 等(2010)解释隐含波动率微笑倾斜的预测能力是因为它捕捉到了期权市场上的知情交易信息。他们指出,交易者对个股有看法时会更多地期权市场上进行操作,而股票市场对期权市场上的隐含信息反应较慢,使得期权数据中提取出的风险因子对未来股票市场的预测是非常有前瞻性的。

本文认为,底层资产收益的尾部风险与市场投资者的预期是相互影响的。具体而言,期权交易者在当期对未来市场持某种看法和预期时,会根据其看法和预期进行交易,进而影响市场的未来走势;而当期市场的状态以及市场上其他交易者的情绪将会反映在大量的期权交易数据中,这反过来也会对交易者所持看法和预期产生影响。本文认为,投资者的预期、知情信息与市场收益的尾部风险之间有较强的相关关系。期权数据中的隐含风险信息包含了当期期权交易者对未来底层资产的预期和看法,同时也涵盖了未来整个市场尾部风险的信息。因此,本文预期股票期权隐含风险能够显著预测未来股票市场的走势。本文致力于研究股指隐含波动率微笑形态中包含的风险信息,探究这些风险信息对股票收益的预测能力。本文选取中国上证 50ETF 期权,

为了深度挖掘隐含波动率形态的风险含义,首先构造了隐含波动率水平风险因子,然后使用 *OTM* 认沽期权和 *ATM* 认购期权之间隐含波动率的倾斜程度,作为股票市场上的一个风险因子,实证分析这一因子对未来股票收益的影响。

上证 50ETF 期权于 2015 年 2 月 9 日正式上市交易,至今已有近五年的时间,其月度成交额不断攀升。由于数据的限制,早期的学术研究有一定的局限性。而 2017 年以来,一些研究有了合适容量的数据支持,但大多只是关于 50ETF 期权的定价问题及期权上市后对股票市场波动率的影响等。例如,宋焕雨(2015)、陈紫薇(2016)以及杨兴林和王鹏(2018)研究了中国 50ETF 的定价问题,张静和宋福铁(2016)、刘庞庞(2017)以及韦晓静(2018)主要研究了 50ETF 上市后股票市场特别是标的股指上证 50 的波动性变化。宋焕雨(2015)和陈紫薇(2016)分别使用加入 *GARCH* 项的 *Black-Sholes* 模型和 *Heston* 随机波动率模型,都得出比 *Black-Sholes* 模型定价精度更高的结果。杨兴林和王鹏(2018)则基于时变波动率的 *Black-Sholes* 模型,在正态分布、广义 *t* 分布和 *Edgeworth Expansion* 渐进分布这三种假设下,对 50ETF 期权进行了定价分析,发现非正态分布假设下的模型定价能力高于正态分布假设下的模型。对于 50ETF 上市后对股市波动率的影响,大多数研究都证实了首只期权的推出对市场有一定的稳定作用,波动率至少在上市后短期内有所降低。在使用更长时间段的数据后,刘庞庞(2017)和韦晓静(2018)发现这种影响是短期的,50ETF 的推出对市场波动率的长期影响并不很显著。在 2016 年之前,由于数据的限制,关于中国股票期权的学术研究较少。基于相关研究的缺失,本文探究了股指期权的隐含波动率形态对未来股票走势的预测能力。研究发现,隐含波动率的倾斜程度对未来上证 50 指数收益的解释能力是显著且稳健的,在横截面上也能显著预测个股的未来收益;而隐含波动率水平这一因子对上证 50 指数的未来收益有很强的解释能力,但对个股的预测能力在各种实证模型设计下都不显著。

二、隐含波动率微笑斜率的度量

(一)数据特征

关于隐含波动率的计算,我们可以使用 *Black-Scholes* 模型倒推得到。在 *Black-Scholes* 模型的假设下,某股票认购期权在时刻 t 的理论价格为:

$$C_t = S_t \Phi(d_1) - Ke^{-rT} \Phi(d_2) \quad (1)$$

其中, S_t 为股票价格, K 为执行价格, $\Phi(\cdot)$ 为标准正态分布的累积概率函数, T 为期权的剩余到期期限, r 为无风险利率, σ 为股票价格波动率, $d_1 = [\log(S/K) + (r + 0.5\sigma^2)T] / (\sigma\sqrt{T})$, $d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T}$ 。对当前的股票价格来说,其分布及其特征 σ 是不可观测的。使用当前期权的市场价格替换其理论价格代入式(1)中倒推出 σ ,即为隐含波动率 σ^{imp} 。价值状态是期权特征的另一个重要度量指标,一般定义为期权执行价格与未来(到期日)价格之比(通常取对数)。很多研究通过剩余期限的匹配,使用同标的的期货合约的价格作为未来价格。但由于中国上证 50 指数期权合约的数量少,特别是在我们考虑临近到期的情况下,无法根据剩余期限来匹配“未来价格”,因此本文将期权的价值状态定义为 K/S 或 $\log(K/S)$,其中 K 为期权执行价格, S 为标的现价。

为了准确刻画隐含波动率的倾斜程度,本文首先研究了中国上证 50ETF 期权的数据特征。期权数据来自 Wind 数据终端,包含 2015 年 2 月 9 日到 2019 年 5 月 30 日 1 874 份期权合约的日均价、执行价格和期权类型(认沽或认购),其中认沽期权 937 份,认购合约 937 份。为了考察期权隐含波动率的形态,本文使用 K/S 来度量价值状态(Pan, 2002; Foresi 和 Wu, 2005; Christoffersen 等, 2009; Xing 等, 2010),将期权合约按照类型、价值状态和剩余期限(记为 *DTM*,单位为日历天)进行分类,计算每个类别中样本期权的隐含波动率均值。图 1 描绘了所有剩余到期期限在 60 日

以内的期权隐含波动率在价值状态上的形态(小于 1 的期权样本为认沽,大于 1 的期权样本为认购)。我们使用局部多项式回归(LOESS)方法,得到了隐含波动率关于价值状态的拟合曲线。图 1 中的虚线为拟合后的曲线,点线为每个区间内样本均值的连线。从中可以看出,上证 50ETF 期权隐含波动率“微笑”且“倾斜”的现象非常明显。

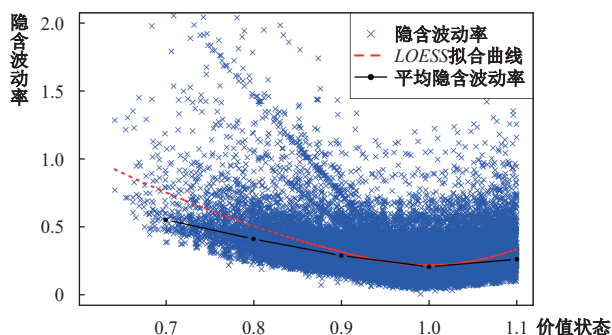


图 1 波动率微笑形态

(二)度量结果

本文使用两种方法来度量隐含波动率微笑斜率(*slope of implied volatility*)。对于第一种方法,借鉴 Xing 等(2010)的研究,考虑到接近到期日或深度虚值(执行价格远低于现价)期权的价格波动率过大,信息也可能被扭曲,从而影响估计精度,我们选择使用期限为 10—60 日的期权,作为刻画隐含波动率微笑斜率的样本。*OTM* 认沽期权定义为价值状态 K/S 在区间 $[0.75, 0.95]$ 内的认沽期权,*ATM* 认购期权定义为价值状态在区间 $[0.95, 1.1]$ 内的认购期权。隐含波动率微笑斜率的第一种测度指标定义如下:

$$IVS_{OMA} = \sigma_{OTM\text{认沽}}^{imp} - \sigma_{ATM\text{认购}}^{imp} \quad (2)$$

对于第二种方法,考虑到量纲问题,使用 $\log(K/S)$ 来度量价值状态,通过最小二乘方法来拟合如下的线性函数:

$$\sigma^{imp} = \alpha + \beta \log(K/S) \quad (3)$$

本文将回归系数 β 作为隐含波动率倾斜程度的第二种测度指标,记为 IVS_{OLS} ; α 表示剔除微笑倾斜形态后的隐含波动率水平,记为 IV_{Level} ,将其作为隐含波动率风险的度量指标。下文中,在不引起歧义的情况下,将上述两种测度统称为 IVS 。从 IVS_{OMA} 和 IVS_{OLS} 的定义来看,两个测度是负相关的。 IVS_{OMA} 的数值越大,“微笑”形态越倾斜;而 IVS_{OLS} 的数值越大,则越不倾斜。本文预期,如果隐含波动率的微笑倾斜程度对股票收益有预测作用,则 IVS_{OMA} 和 IVS_{OLS} 的预测能力都应是显著的,且对未来收益的预测方向是相反的。

由于期权数量的限制,本文首先按上述标准来选择期权,然后对于每个交易日 t ,使用 $t-2$ 、 $t-1$ 和 t 这三个工作日的期权样本,计算 IVS_{OMA} 、 IVS_{OLS} 和 IV_{Level} 这三个因子。使用当天及之前两天的期权数据也能对因子的估计起到平滑作用,在一定程度上消除当天异常交易情况带来的噪声。图 2 给出了日频的 IVS_{OMA} 、 IVS_{OLS} 和 IV_{Level} 这三个风险因子的估计序列。从上证 50ETF 期权上市开始到 2015 年底,中国金融市场经历了罕见的大涨和大跌。从图 2 中的 IV_{Level} 序列也可以看出,这段时间的隐含波动率水平很高,而 IVS_{OMA} 和 IVS_{OLS} 也有较大的波动。2016 年初到 2019 年, IV_{Level} 经历了明显的下降和回升,但这段时间 IVS_{OMA} 和 IVS_{OLS} 并没有类似的趋势。这在一定程度上说明隐含波动率的水平和微笑倾斜程度分别度量了不同的风险信息。

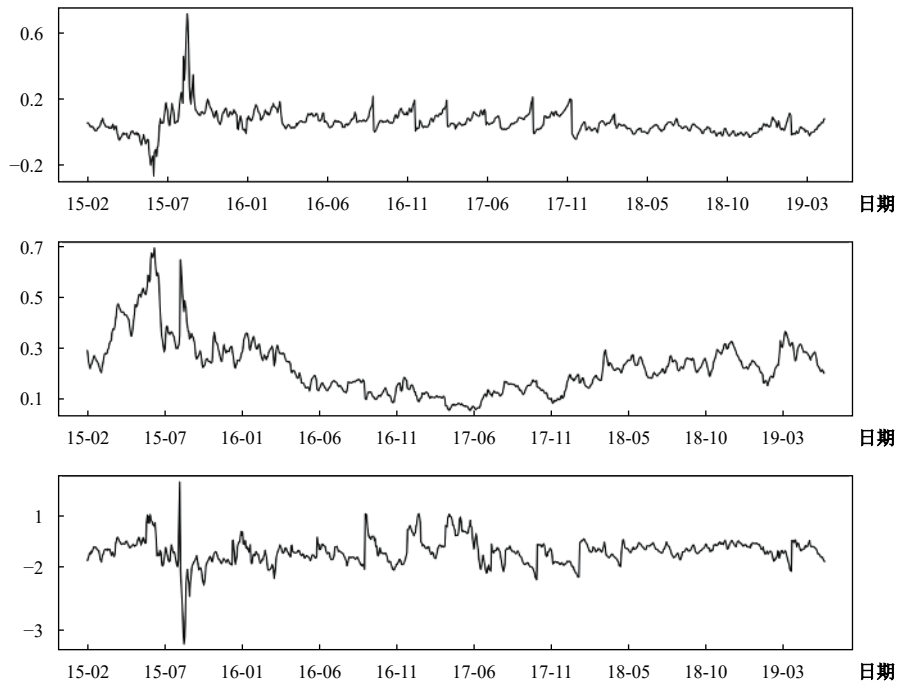


图 2 期权隐含风险因子估计序列图

注：从上至下依次为 IV_{OLS} 、 IV_{Level} 和 IV_{OMA} 的日频率序列图。

三、隐含波动率微笑斜率的预测能力分析

本文将分两部分考察 50ETF 期权的 IVS 因子的预测能力。第一部分主要分析从期权数据中提取的 IVS 对股票指数未来收益的预测能力，在加入控制变量后检验当期的 IVS 对下期的股指超额收益是否有显著的解释能力。第二部分考察 IVS 对个股的定价能力，即在横截面上考察 IVS 在个股中是否被定价。首先对上证 50 成分股基于 β 划分投资组合 (β -based portfolio sorting)，为了检验 IVS 是否在整个股票市场上有稳健的定价能力，使用上证所有 A 股的数据进行 Fama-MacBeth 回归，最终得到 IVS 定价的显著性和 IVS 风险价格。

(一) IVS 对上证 50 指数收益的预测能力分析

基于相关研究文献，除了 IVS 因子外，我们还控制了可能影响未来股指收益的一些变量，包括换手率 (Turnover)、股息率 (取对数, $\log(P/D)$)、成交量 (Volume)、历史波动率 (His. Vol.)、近一个月回报 (1 Month L.R.) 和近三个月回报 (3 Months L.R.)。加入当期的隐含波动率微笑斜率 IVS_t ，对未来一段时间 τ 内的上证 50 累计超额收益 $IndRe_{t,\tau}$ 进行如下回归：

$$IndRe_{t,\tau} = \alpha_{t,\tau} + \beta_{IVS,\tau} IVS_t + \beta_{Contrs,\tau} Contrs_t + \epsilon_{t,\tau} \quad (4)$$

其中， $\beta_{IVS,\tau}$ 为 IVS 对未来股指超额收益的回归系数，向量 $\beta_{Contrs,\tau}$ 为所有控制变量的回归系数， $IndRe_{t,\tau}$ 使用 t 到 $t+\tau$ 的累积超额收益。由于 50ETF 期权的数据有限，回归使用的是周频而不是月频数据。描述性统计显示， IVS_{OMA} 和 IVS_{OLS} 的相关系数为 -0.83， IV_{Level} 和 His. Vol. 的相关性也非常高，达到 0.77。

回归结果见表 1。其中，Panel A、Panel B 和 Panel C 分别对应未来 8 周、12 周和 24 周的收益。列(1)、列(2)和列(3)分别是隐含风险因子 IVS_{OMA} 、 IVS_{OLS} 和 IV_{Level} 的单变量回归，列(4)、列(5)和列(6)是加入控制变量后的多变量回归。由于与 IV_{Level} 高度相关，His. Vol. 没有放入列(6)回归中。在列(7)和列(8)中，我们使用 IV_{Level} 作为波动水平的代理变量重新进行了回归。

表 1 隐含风险因子与上证 50 指数未来收益

Panel A: 未来 8 周								
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
截距	0.01 (1.81)	0.01(0.75)	-0.09 (-6.04)	-0.85 (-1.77)	-0.64(-1.41)	-0.37(-0.87)	-0.74 (-1.76)	-0.69(-1.63)
IVS_{OMA}	-0.36 (-4.12)			-0.35 (-3.73)			-0.30 (-3.58)	
IVS_{OLS}		0.04 (2.99)			0.04 (2.42)			0.05 (3.43)
IV_{Level}			0.35 (6.21)			0.49 (6.18)	0.48 (6.21)	0.54 (6.82)
Turnover				-0.10 (-2.17)	-0.07 (-1.67)	-0.14 (-3.37)	-0.18 (-4.26)	-0.18 (-4.27)
Log(P/D)				-0.25 (-3.46)	-0.24 (-3.26)	-0.31 (-4.91)	-0.31 (-4.92)	-0.30 (-4.84)
Volume				0.05 (2.39)	0.04 (1.98)	0.03(1.51)	0.05 (2.45)	0.04 (2.29)
His.Vol.				0.00(1.39)	0.00(1.35)			
1 Month L.R.				-0.23 (-2.09)	-0.24 (-2.04)	-0.07(-0.64)	-0.02(-0.17)	0.03(0.28)
3 Months L.R.				0.04(0.53)	0.09(1.14)	0.13 (2.02)	0.05(0.86)	0.09(1.44)
拟合优度	7.77	4.25	16.14	23.49	20.40	31.10	35.40	35.00
Panel B: 未来 12 周								
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
截距	0.01(1.08)	-0.00(-0.03)	-0.11 (-8.85)	-0.67(-1.19)	-0.52(-0.91)	-0.48(-0.99)	-0.70(-1.41)	-0.66(-1.33)
IVS_{OMA}	-0.31 (-2.88)			-0.23 (-2.08)			-0.17 (-1.79)	
IVS_{OLS}		0.03(1.43)			0.01(0.78)			0.03(1.62)
IV_{Level}			0.47 (7.14)			0.62 (6.69)	0.61 (6.66)	0.64 (6.90)
Turnover				-0.04(-0.72)	-0.01(-0.26)	-0.13 (-2.71)	-0.15 (-3.09)	-0.15 (-3.07)
Log(P/D)				-0.31 (-3.73)	-0.30 (-3.61)	-0.38 (-5.25)	-0.37 (-5.21)	-0.37 (-5.17)
Volume				0.05 (1.77)	0.04(1.46)	0.04(1.64)	0.05 (2.06)	0.04 (1.97)
His.Vol.				0.00(1.51)	0.00(1.30)			
1 Month L.R.				-0.01(-0.06)	-0.03(-0.22)	0.23 (1.84)	0.26 (2.08)	0.29 (2.21)
3 Months L.R.				0.02(0.23)	0.05(0.57)	0.10(1.37)	0.06(0.78)	0.09(1.09)
拟合优度	4.03	1.02	20.50	27.90	26.50	39.70	40.70	40.50
Panel C: 未来 24 周								
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
截距	0.01(1.18)	-0.00(-0.35)	-0.15 (-8.09)	-2.13 (-3.82)	-1.90 (-3.44)	-2.48 (-5.40)	-2.55 (-4.89)	-2.31 (-4.49)
IVS_{OMA}	-0.23 (-1.83)			-0.14(-1.33)			-0.05(-0.52)	
IVS_{OLS}		-0.02(-0.71)			-0.02(-1.32)			-0.02(-1.48)
IV_{Level}			0.65 (9.06)			0.47 (4.95)	0.46 (4.92)	0.44 (4.63)
Turnover				-0.06(1.23)	-0.02(-0.43)	-0.11 (-2.14)	-0.11 (-2.20)	-0.09 (-1.66)
Log(P/D)				-0.19 (-2.29)	-0.19 (-2.32)	-0.17 (-2.19)	-0.16 (-2.13)	-0.18 (-2.32)
Volume				0.10 (4.14)	0.09 (3.74)	0.12 (5.16)	0.12 (5.11)	0.11 (4.73)
His.Vol.				0.00 (3.64)	0.00 (2.92)			
1 Month L.R.				0.03(0.28)	-0.03(-0.26)	0.21(1.66)	0.23 (1.71)	0.16(1.21)
3 Months L.R.				0.13(1.38)	0.15(1.62)	0.06(0.79)	0.05(0.61)	0.07(1.01)
拟合优度	1.77	0.27	30.80	51.60	51.60	54.20	54.30	54.7

注: 括号内为 t 值, 加粗表示在 5% 的水平上显著, 下表同。

首先观察未来 8 周收益的回归结果, IVS 的影响均显著, 说明三个风险因子对未来收益的解释能力在未来 8 周非常稳定。 IVS_{OMA} 对未来 8 周收益的回归系数为 -0.36, 根据描述性统计, 如果 IVS_{OMA} 从最大值 0.62 减小到最小值 -0.22, 未来 8 周的累积超额收益会增加 30%。 IVS_{OLS} 的系数为

0.04, 如果从最小值-3.07 变化到最大值 1.19, 未来 8 周的累积超额收益会增加 17%, 而 IV_{Level} 则相应地能带来约 21.35% 的增加。观察未来 12 周和 24 周收益的结果可以发现, IVS 因子的系数相对于未来 8 周收益时有衰减的迹象, 说明这一因子的预测能力在未来 8 周到 12 周之间开始减弱。比较而言, IV_{Level} 的预测能力更加持久, 且根据拟合优度, IV_{Level} 比 IVS 对未来收益有更强的解释能力。

在研究了 IVS 和 IV_{Level} 各自的预测能力之后, 我们同时使用这两个风险因子对上证 50 指数未来收益进行了回归。从列(7)和列(8)中可以看出, IVS_{OMA} 、 IVS_{OLS} 和 IV_{Level} 的系数显著性和数值与其他几列的估计结果比较一致。比如, *Panel A* 和 *Panel B* 列(4)中 IVS_{OMA} 的回归系数分别为 -0.35 和 -0.23, 在加入 IV_{Level} 一起回归时, 列(7)中的系数分别为 -0.30 和 -0.17, 数值差异并不大。这说明 IVS 和 IV_{Level} 对上证 50 指数未来收益的预测机制完全不同, 也揭示了期权隐含波动率形态中的这两个度量指标代表了两种完全不同的市场风险。

Yan(2011)从理论上给出了隐含波动率平均水平和倾斜程度的风险含义。他假设个股价格服从一个扩散(diffusive)—跳跃(jump)过程, 证明隐含波动率在价值状态上的均值代表了底层资产的跳跃部分带来的风险, 这部分风险属于比较“常规”的波动风险, 会给资产走势带来“上上下下”的波动, 但并不意味着任何下跌风险, 而隐含波动率的倾斜水平则隐含了底层资产的尾部风险。具体而言, 由于期权价格由参与交易的投资者的报价决定, IV_{Level} 代表了市场对底层资产波动风险的看法。 IV_{Level} 增大说明市场认为上证 50 指数的波动风险上升, 未来会给这一风险以补偿, 从而收益增加; IVS 则反映了市场参与者对未来市场走势预期信息的挖掘, 隐含波动率微笑倾斜程度增加(即 IVS_{OMA} 增加和 IVS_{OLS} 减小)意味着 OTM 认沽期权与 ATM 认购期权在市场上的价差变大, 说明期权交易者预期市场的下跌风险上升, 而实证结果确实表明这预示着底层股票的下跌走势。

(二) IVS 在横截面上对个股的定价能力分析

我们在这部分将研究期权隐含波动率的水平风险和倾斜风险对上证 50 指数成分股的定价能力。事实上, 对指数未来走势有预测能力的风险因子并不一定在个股横截面上有定价能力。在上文中, 作为从 50ETF 期权中提取的隐含风险, IVS 和 IV_{Level} 对上证 50 指数的预测能力是非常直观的。但这两类因子是否在横截面上对上证 50 成分股有定价能力呢? 要回答这个问题, 需考虑投资者的风险厌恶(risk aversion)函数。如果某类风险在市场上能持续带来显著的风险溢价, 则说明投资者对这类风险是厌恶的, 当期在横截面上对这类风险有不同敞口的资产未来就会获得不同的风险溢价。因此, 横截面上的预测能力是真正检验一个风险因子是否有定价能力更加严谨的依据。

为了研究 IVS 和 IV_{Level} 对个股的定价能力, 本文使用上证 50 指数的所有成分股, 首先计算个股收益在风险因子上的敞口(exposure)。这里以隐含波动率倾斜风险因子 IVS 为例, 本文做以下回归:

$$R_{i,t} = \beta_0^i + \beta_m^i (R_{m,t} - r_{f,t}) + \beta_{IVS}^i IVS_t + \epsilon_{i,t} \quad (5)$$

其中, $R_{i,t}$ 为股票 i 的超额收益(减去当期的无风险收益 $r_{f,t}$), $R_{m,t}$ 为市场组合收益, β_{IVS}^i 即为股票 i 在风险上的暴露。如果 IVS 对个股有定价能力, 则差额收益中的一部分应是由股票在 IVS 上的敞口带来的。使用个股在 IVS 上的敞口可以计算风险因子的溢价贡献(premium 或称为 price of risk) λ_{IVS} 。

$$E[R_i] = \lambda_0 + \lambda_m \beta_m^i + \lambda_{IVS} \beta_{IVS}^i \quad (6)$$

在上述假设下,一只股票在 IVS 上的风险敞口越大(即 β_{IVS}^i 越大),未来的超额收益中 IVS 的溢价就越高(即 $\lambda_{IVS}\beta_{IVS}^i$ 越大)。在风险因子对个股定价的研究中, λ_{IVS} 也被称为风险因子的价格,而因子的定价能力就体现在 λ_{IVS} 的显著性和数值上。本文利用式(5)和式(6),分别使用基于 IVS $beta$ 划分的投资组合收益和 *Fama-MacBeth* 回归这两种方法来研究 IVS 对个股的定价能力。

1. 基于 IVS $beta$ 划分的投资组合收益分析

为了验证以上理论假设,我们首先使用基于 $beta$ 划分投资组合的方法。估计个股在 IVS 上的敞口,然后根据 IVS 风险敞口来划分个股形成投资组合。第一步,使用 $t-k$ 到 $t-1$ 期的数据,拟合式(5),得到所有股票在 IVS 上的敞口 $\beta_{IVS}^i, i = 1, \dots, N$ 。第二步,根据 β_{IVS}^i 的大小,将股票分成 5 个资产组合,记录每个组合未来某一期(从 t 到 $t+\tau$ 时刻)的超额收益、*CAPM* 模型 $alpha$ 、*Fama-French* 三因子模型 $alpha$ 、*Carhart* 四因子模型 $alpha$ 和五因子模型 $alpha$ 。第三步,使用双样本 t 检验来分析高 IVS 风险敞口与低 IVS 风险敞口的投资组合的超额收益或 $alpha$ 是否存在显著差异。

在个股未来收益预测部分,因子 IV_{Level} 的结果在不同的预测区间内和不同的投资组合构造方法下都不显著,这里不再展示。表 2 和表 3 分别是因子 IVS_{OMA} 和 IVS_{OLS} 的结果,我们分别使用了等权重和市值加权两种方法形成投资组合。其中,Panel A、Panel B 和 Panel C 分别是投资组合在未来 8 周、12 周和 24 周的超额收益和各模型 $alpha$ 。列 1 到列 5 分别列示的是以 $\beta_{IVS}^i, i = 1, \dots, N$ 从低到高排序划分的 5 个投资组合的超额收益或 $alpha$ ($C. alpha$ 、 $3F. alpha$ 、 $4F. alpha$ 和 $5F. alpha$ 分别表示 *CAPM* 模型、三因子模型、四因子模型和五因子模型的 $alpha$),最后一列是在风险因子 IVS 上暴露最高与最低的投资组合的超额收益或 $alpha$ 之差。可以看出,期权隐含波动率的水平风险本身对个股的风险溢价并没有贡献,但隐含波动率在 *OTM* 认沽和 *ATM* 认沽期权上的差异却对个股的风险溢价有显著的定价能力。根据上述讨论,本文认为 IVS 主要包含上证 50 指数的尾部风险和期权交易者对上证 50 指数下跌风险的知情信息,而 IV_{Level} 则主要代表了上证 50 指数的“常规”波动率,即一个扩散-跳跃过程中的扩散部分带来的波动。Andersen 等(2019)指出,股指扩散部分带来的波动在诸多金融市场上并没有稳定的定价能力。在足够成熟的金融市场上,投资者真正厌恶的其实是资产的大幅下跌风险,即尾部风险,而扩散部分带来的“常规”波动是对称的,并不意味着资产有很大的可能下跌,所以尾部、大幅下跌风险在市场上存在显著的溢价,即式(6)中的 λ_{IVS} 是显著的。本文基于中国上证 50 指数的分析得到了与 Andersen 等(2019)对全球 12 个指数的研究相类似的结果。

表 2 基于 IVS_{OMA} $beta$ 划分的投资组合收益

Panel A: 未来 8 周						
	1	2	3	4	5	5-1
超额收益	0.160	0.138	0.160	0.081	0.054	-0.107(-1.917)
$C. alpha$	0.169	0.145	0.159	0.078	0.048	-0.122(-2.002)
$3F. alpha$	0.174	0.146	0.144	0.054	0.031	-0.143(-2.233)
$4F. alpha$	0.155	0.134	0.125	0.026	0.003	-0.152(-2.443)
$5F. alpha$	0.187	0.157	0.155	0.068	0.052	-0.135(-2.148)
Panel B: 未来 12 周						
	1	2	3	4	5	5-1
超额收益	0.161	0.146	0.143	0.084	0.052	-0.108(-2.575)
$C. alpha$	0.162	0.144	0.138	0.076	0.036	-0.126(-2.806)

续表 2 基于 IVS_{OMA} β 划分的投资组合收益

Panel B: 未来 12 周						
3F. α	0.161	0.143	0.125	0.057	0.022	-0.140(-2.985)
4F. α	0.154	0.139	0.123	0.041	-0.001	-0.156(-3.364)
5F. α	0.177	0.154	0.141	0.075	0.049	-0.128(-2.836)
Panel C: 未来 24 周						
	1	2	3	4	5	5-1
超额收益	0.130	0.114	0.098	0.078	0.085	-0.044(-1.331)
C. α	0.127	0.110	0.092	0.071	0.071	-0.057(-1.577)
3F. α	0.113	0.101	0.074	0.050	0.048	-0.065(-1.879)
4F. α	0.107	0.096	0.074	0.040	0.034	-0.073(-2.120)
5F. α	0.128	0.113	0.084	0.070	0.062	-0.066(-2.104)

表 3 基于 IVS_{OLS} β 划分的投资组合收益

Panel A: 未来 8 周						
	1	2	3	4	5	5-1
超额收益	0.114	0.026	0.083	0.151	0.215	0.101(1.698)
C. α	0.109	0.026	0.089	0.149	0.222	0.113(1.782)
3F. α	0.102	0.007	0.083	0.148	0.211	0.110(1.660)
4F. α	0.079	-0.003	0.068	0.134	0.180	0.101(1.574)
5F. α	0.131	0.032	0.093	0.157	0.226	0.094(1.510)
Panel B: 未来 12 周						
	1	2	3	4	5	5-1
超额收益	0.100	0.019	0.093	0.165	0.206	0.106(2.253)
C. α	0.088	0.013	0.089	0.157	0.208	0.120(2.459)
3F. α	0.085	0.000	0.083	0.145	0.199	0.114(2.258)
4F. α	0.064	-0.006	0.082	0.139	0.186	0.122(2.424)
5F. α	0.114	0.026	0.101	0.158	0.210	0.096(1.983)
Panel C: 未来 24 周						
	1	2	3	4	5	5-1
超额收益	0.098	0.050	0.064	0.139	0.163	0.065(1.807)
C. α	0.089	0.040	0.059	0.130	0.162	0.073(1.939)
3F. α	0.070	0.024	0.044	0.122	0.137	0.067(1.834)
4F. α	0.059	0.017	0.041	0.117	0.128	0.069(1.865)
5F. α	0.084	0.042	0.063	0.134	0.154	0.070(2.015)

除了揭示投资者的风险偏好外,一个有显著定价能力的风险因子更加重要的作用是,我们可以根据这个因子来构造投资策略。接下来,我们使用以上所有的风险因子,构造基于单一因子 β 的投资策略,以考察各因子对个股风险溢价的贡献率。具体方法与基于 β 划分并分析投资组合的方法类似,首先估计个股在 IVS 上的敞口,然后根据 IVS 风险敞口来划分个股形成投资组合。首先使用 $t-k$ 到 $t-1$ 期的数据,拟合式(5),得到所有股票在 IVS 上的敞口 β_{IVS}^i , $i=1, \dots, 50$ 。假设因子对未来收益的影响是正(负)向的,我们根据 β_{IVS}^i 的大小,持有 β_{IVS}^i 最高(低)的 10 只股票(这里不考虑做空)。连续每周做下去,得到一个周频换仓的投资组合仓位,根据仓

位计算投资组合每天的市场价值和简单累积回报 $r_k = (value_k - value_1) / value_1$, 其中 $value_k$ 为投资组合在第 k 天的价值, $value_1$ 为投资组合的初始价值。图 3 是基于各风险因子的单一因子投资策略的累积回报率序列图。可以看出, 基于 IVS_{OLS} 的投资策略累积回报率高于基于 IVS_{OMA} 的投资策略, 其他风险因子的投资组合收益基本都低于 IVS 的结果。

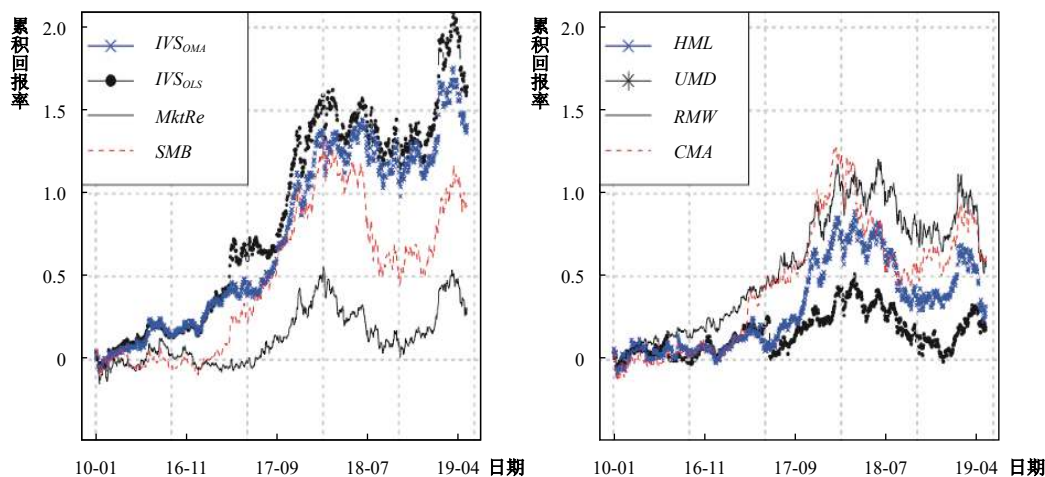


图 3 基于各风险因子 beta 投资组合的累积回报率

2. 基于 IVS beta 的 Fama-MacBeth 回归

在这一部分, 我们使用检验因子定价能力的经典方法 Fama-MacBeth 回归来分析 IVS 对个股的定价能力。Fama-MacBeth 回归是由 Fama 和 MacBeth(1973)年提出的两步(two-pass)回归法, 主要用来测量风险因子对个股的定价能力。第一步, 在第 t 期, 计算个股在各风险因子上的 β 。我们使用历史 48 周的日数据进行如下回归:

$$R_{i,t} = \beta_0^i + \beta_{IVS}^i IVS_t + \beta_{f_1}^i F_{1,t} + \dots \quad (7)$$

为了保证结论的严谨性, 我们在模型中加入了相关文献中比较得到认可的以下风险因子: $MktRe$ 、 SMB 、 HML 、 UMD 、 RMW 和 CMA 。因此, 在这一步, 我们分别考虑了以下模型: $CAPM+IVS$ (Model I)、Fama-French 三因子+ IVS (Model II)、Carhart 四因子+ IVS (Model III)以及 Fama-French 五因子+ IVS (Model IV)。

第二步, 估计每个因子的风险价格 λ_{f_i} 。

$$E[R_i] = \lambda_0 + \lambda_{IVS} \beta_{IVS}^i + \lambda_{f_1} \beta_{f_1}^i + \dots \quad (8)$$

由于数据的限制, 这一部分的移动窗口依然是周频的。在完成以上两步之后, 每个模型都会得到每个因子的溢价贡献 λ_{f_i} 。表 4 报告了 Fama-MacBeth 回归结果, 其中 Panel A、Panel B 和 Panel C 分别对应在 Fama-MacBeth 回归的第二步使用未来 8 周、12 周和 24 周收益估计每个因子的风险价格。Panel C 中 IVS 的风险价格相对较小, 说明其对个股风险溢价的贡献在未来 12 周到 24 周之间逐渐减弱。而在 Panel A 和 Panel B 中, IVS 风险价格的显著性是非常稳健的, 且对未来 12 周超额收益的贡献在数值上与对未来 8 周的贡献基本一致, 说明风险价格在未来 12 周内非常稳定。 IVS_{OLS} 的结果在四个模型下并不是很稳健。但值得注意的是, 在估计结果显著的情况下 (Panel B 和 Panel C 中的 Model III), IVS_{OLS} 的风险定价能力在数值上基本高于包括 IVS_{OMA} 在内的其他所有风险因子, 这一结果与图 3 一致。

表 4 风险因子的价格

Panel A: 未来 8 周								
	IVS_{OMA}				IVS_{OLS}			
	Model I	Model II	Model III	Model IV	Model I	Model II	Model III	Model IV
<i>MktRe</i>	-0.08(-1.85)	-0.09(-2.19)	-0.09(-2.09)	-0.09(-0.11)	-0.04(-0.95)	-0.04(-1.07)	-0.04(-1.02)	-2.56(-0.63)
<i>IVS</i>	-0.74(-4.59)	-0.96(-5.28)	-1.05(-5.68)	0.09(0.10)	6.29(3.81)	8.37(5.01)	9.08(4.92)	2.54(0.63)
<i>SMB</i>		-0.05(-2.04)	-0.05(-2.10)	-0.09(-2.05)		-0.04(-1.36)	-0.03(-1.10)	-0.03(-0.63)
<i>HML</i>		0.02(0.55)	0.02(0.57)	-0.10(-4.59)		0.01(0.32)	0.01(0.19)	-0.06(-2.23)
<i>UMD</i>			-0.03(-1.07)				-0.02(-0.59)	
<i>RMW</i>				0.02(0.68)				0.00(0.15)
<i>CMA</i>				0.02(0.86)				-0.01(-0.25)

Panel B: 未来 12 周								
	IVS_{OMA}				IVS_{OLS}			
	Model I	Model II	Model III	Model IV	Model I	Model II	Model III	Model IV
<i>MktRe</i>	-0.09(-2.49)	-0.09(-2.70)	-0.09(-2.38)	0.55(-1.73)	-0.04(-1.32)	-0.04(-1.21)	-0.03(-0.79)	1.50(1.37)
<i>IVS</i>	-0.75(-6.06)	-0.94(-7.29)	-1.02(-7.58)	-0.56(-1.74)	6.40(4.69)	8.44(6.10)	8.82(5.73)	-1.52(-1.39)
<i>SMB</i>		-0.05(-2.60)	-0.05(-2.54)	-0.09(-2.71)		-0.04(-1.84)	-0.03(-1.31)	-0.02(-0.48)
<i>HML</i>		0.01(0.40)	0.01(0.34)	-0.11(-6.12)		0.01(0.24)	0.00(0.02)	-0.07(-3.09)
<i>UMD</i>			-0.04(-1.82)				-0.03(-1.33)	
<i>RMW</i>				0.02(0.62)				0.00(0.11)
<i>CMA</i>				0.03(1.35)				-0.01(-0.29)

Panel C: 未来 24 周								
	IVS_{OMA}				IVS_{OLS}			
	Model I	Model II	Model III	Model IV	Model I	Model II	Model III	Model IV
<i>MktRe</i>	-0.09(-3.38)	-0.10(-3.93)	-0.10(-3.94)	0.01(0.10)	-0.05(-1.98)	-0.05(-1.95)	-0.04(-1.76)	0.39(0.66)
<i>IVS</i>	-0.42(-4.32)	-0.44(-4.71)	-0.54(-5.51)	0.00(0.02)	4.68(5.72)	5.92(7.92)	6.34(7.86)	-0.40(-0.67)
<i>SMB</i>		-0.06(-4.50)	-0.05(-3.79)	-0.10(-3.71)		-0.06(-4.04)	-0.04(-2.75)	-0.02(-0.83)
<i>HML</i>		0.00(0.11)	0.00(-0.29)	-0.09(-6.97)		0.01(0.32)	-0.01(-0.39)	-0.07(-4.85)
<i>UMD</i>			-0.05(-4.53)				-0.03(-1.92)	
<i>RMW</i>				0.01(0.74)				0.00(0.17)
<i>CMA</i>				0.03(1.52)				0.01(0.42)

四、内生性检验

考虑到期权隐含波动率微笑的倾斜程度与底层资产的尾部风险及其他隐含信息相关,我们在这里对 IVS 做内生性检验。本文根据 Hausman(1978)的理论研究,使用两阶段最小二乘法,对隐含波动率微笑斜率 IVS_t 与上证 50 指数收益回归中的内生性进行检验。本文使用两个变量作为 IVS 的工具变量。第一个工具变量,使用 Bollerslev 和 Todorov(2011)的方法,从上证 50ETF 期权中提取隐含尾部风险(implied tail risk),作为 IVS 中的尾部风险信息 and 期权隐含尾部风险溢价的度量(Andersen 等, 2019),记为 TR_t^{imp} 。 TR_t^{imp} 的计算方法参照 Bollerslev 和 Todorov(2011),首先假设上证 50 价格 X_t 在 P 测度下服从一个扩散-跳跃过程。

$$\frac{dX_t}{X_t} = a_t dt + \sigma_t dW_t + \int_R (e^x - 1) \tilde{\mu}^P(dt, dx) \quad (9)$$

然后,假设在 Q 测度下, X_t 的跳跃强度过程 $\nu^Q(dx)$ (Bollerslev 和 Todorov, 2011)) 满足:

$$v^0(dx) = (\phi_i^+ \times e^{-\alpha_i^+ x} 1_{\{x>0\}} + \phi_i^- \times e^{-\alpha_i^- |x|} 1_{\{x<0\}}) \quad (10)$$

此时, 价格 X_t 的隐含尾部下跌风险 (*implied tail risk*) 为:

$$TR_t^{imp} = \tau \phi_i^- e^{-\alpha_i^- |k_i|} (\alpha_i^- k_i (\alpha_i^- k_i + 2) + 2) / (\alpha_i^-)^3 \quad (11)$$

使用期权价格数据可以估计出 ϕ_i 和 α_i , 代入式(11)即可得到 TR_t^{imp} 。第二个工具变量, 使用上证 50 指数的周换手率 (*Turnover*), 作为 50 指数的情绪指标 (Ding 等, 2014; 张强和杨淑娥, 2009; 陆静等, 2017)。第一步, 我们进行如下回归:

$$IVS_t = \pi_0 + \pi_1 Z_{1,t} + \pi_2 Z_{2,t} + \epsilon_{IVS,t} \quad (12)$$

其中, $Z_{1,t}$ 表示所有控制变量。由于我们选取 *Turnover* 作为工具变量, $Z_{1,t}$ 中没有 *Turnover*, 而只包含上证 50 指数的股息率 (取对数, $\log(P/D)$)、成交量 (*Volume*)、历史波动率 (*His. Vol.*)、近一个月回报 (*1 Month L.R.*) 和近三个月回报 (*3 Months L.R.*)。 $Z_{2,t}$ 表示所有工具变量, 包含上证 50 期权隐含尾部风险 TR_t^{imp} 和上证 50 指数的换手率 *Turnover*。第二步, 使用拟合值 \widehat{IVS}_t 和所有控制变量 $Z_{1,t}$ 对未来上证 50 指数收益进行回归。

$$IndRe_{t,\tau} = \alpha_{t,\tau} + \beta_{IVS}^{2SLS} \widehat{IVS}_t + \beta_{Z_1} Z_{1,t} + \epsilon_{t,\tau} \quad (13)$$

首先考察上述两个工具变量对 *IVS* 的解释能力, 使用 TR^{imp} 和 *Turnover* 对 *IVS* 进行回归, 结果见表 5。从中可以看出, 两个工具变量对 *IVS* 的影响都显著, 对 IVS_{OMA} 和 IVS_{OLS} 的解释能力 (拟合优度) 分别达到了 34.40% 和 21.10%。然后通过 *Hausman* 检验来分析 β_{IVS}^{2SLS} 与之前使用 *OLS* 方法得到的 *IVS* 系数是否存在显著差异, 结果见表 6。从中可以看出, 在使用期权隐含尾部风险和换手率作为 *IVS* 的工具变量时, 分析结果与 *OLS* 结果的差异在数值上并不大, 在统计意义上也不显著。本文认为, 从预测的角度来看, *IVS* 的内生性对研究结论的影响不大。

表 5 工具变量对 *IVS* 的回归结果

	截距	TR^{imp}	<i>Turnover</i>	F 检验	拟合优度
IVS_{OMA}	0.70 (11.15)	0.33 (8.98)	-0.16 (-8.31)	$P < 0.0001$	34.40
IVS_{OLS}	-0.31 (-7.25)	-1.66 (-6.77)	0.74 (5.76)	$P < 0.0001$	21.10

表 6 *IVS* 对上证 50 指数收益回归的内生性检验

		2SLS	OLS	Diff	S.E.	Hausman 检验
未来 8 周	IVS_{OMA}	-0.39	-0.26	0.13	0.17	0.69(0.41)
	IVS_{OLS}	0.015	0.025	-0.010	0.038	0.08(0.78)
未来 12 周	IVS_{OMA}	-0.30	-0.10	-0.20	0.19	1.17(0.28)
	IVS_{OLS}	0.006	0.008	-0.002	0.042	0.00(0.96)

注: 2SLS 一列表示使用两阶段最小二乘法得到的 *IVS* 估计系数, *OLS* 一列表示使用普通最小二乘法得到的 *IVS* 估计系数, *Diff* 一列表示 2SLS 与 *OLS* 的系数估计结果之差, *S.E.* 表示这一差值的标准误, *Hausman* 检验一列给出了卡方统计值, 括号内为 *P* 值。

五、结 论

本文首先探讨了我国上证 50ETF 期权隐含波动率的形态, 数据分析发现其在价值状态上呈现出微笑倾斜, 而且随着期权到期日的临近, 这种微笑倾斜的形态更加明显。本文进一步采用两种不同的测度指标来刻画上证 50ETF 期权隐含波动率的形态特征: 一是隐含波动率水平, 二是隐含波动率微笑倾斜程度。研究表明, 期权隐含波动率水平与微笑倾斜程度包含了不同的风险信息。

本文在分析隐含波动率微笑倾斜程度对未来股票收益的影响时,使用虚值认购期权和实值认购期权波动率之间的差异和斜率来度量隐含波动率微笑倾斜程度,并以剔除“倾斜”的隐含波动率水平作为另一个形态特征。研究发现,在预测上证 50 指数未来收益时,期权隐含波动率微笑倾斜程度和隐含波动率水平的系数都是显著的。隐含波动率微笑倾斜程度越大,未来上证 50 指数收益越低,这种影响在未来 12 周内是非常稳定的,在未来 12 周到 24 周之间开始衰减。隐含波动率水平对上证 50 指数的预测能力比较持久,在 24 周内都比较稳定。当将两个风险变量放在同一模型中对上证 50 指数未来收益进行回归时,我们发现两个变量的数值和显著性并没有太大的变化。进一步研究发现,隐含波动率微笑倾斜程度对个股有显著的定价能力,而隐含波动率水平则没有。上述结果说明期权隐含波动率中提取出来的这两个度量指标代表着两种不同的市场风险,对未来市场的预测机制不尽相同。期权隐含波动率水平代表了市场对底层资产波动风险的看法,其数值增加说明市场认为上证 50 指数的波动风险上升,未来上证 50 指数会给予补偿,但对横截面上的个股没有显著影响;而期权隐含波动率微笑倾斜程度则反映了市场参与者对未来市场走势预期信息的挖掘,隐含波动率微笑倾斜程度增加意味着虚值认购期权与实值认购期权在市场上的价差变大,说明期权交易者预期市场的下跌风险上升,预示着底层股票的下跌走势,并能传导到个股中。因此,在期权隐含波动率整体形态中,与隐含波动率水平相比,隐含波动率微笑倾斜是更好的股票风险溢价因子。

主要参考文献:

- [1]陈国进,许秀,赵向琴. 罕见灾难风险和股市收益——基于我国个股横截面尾部风险的实证分析[J]. *系统工程理论与实践*, 2015, (9): 2186–2199.
- [2]陈紫薇. 基于 Heston 随机波动模型的上证 50ETF 期权定价与对冲研究[D]. 大连: 大连理工大学硕士学位论文, 2016.
- [3]刘庞庞. 期权市场对现货市场波动率影响的实证分析——基于上证 50ETF 期权上市前后的比较[J]. *统计与信息论坛*, 2017, (10): 50–58.
- [4]陆静,裴饴军,吴琴琴. 投资者情绪影响香港股票市场吗?[J]. *系统工程理论与实践*, 2017, (1): 80–90.
- [5]王鹏,杨兴林. 基于时变波动率与混合对数正态分布的 50ETF 期权定价[J]. *管理科学*, 2016, (4): 149–160.
- [6]韦晓静. 基于双重差分模型期权对股市波动性的实证检验[J]. *统计与决策*, 2018, (9): 164–168.
- [7]谢尔登·纳坦恩伯格. 期权波动率与定价[M]. 韩冰洁译. 北京: 机械工业出版社, 2014.
- [8]杨兴林,王鹏. 基于时变波动率的 50ETF 参数欧式期权定价[J]. *数理统计与管理*, 2018, (1): 162–178.
- [9]张静,宋福铁. 上证 ETF50 期权上市对标的股票的影响——基于流动性和波动性的视角[J]. *金融发展研究*, 2016, (3): 59–65.
- [10]张强,杨淑娥. 噪音交易、投资者情绪波动与股票收益[J]. *系统工程理论与实践*, 2009, (3): 40–47.
- [11]Andersen T G, Fusari N, Todorov V. The pricing of tail risk and the equity premium: Evidence from international option markets[J]. *Journal of Business & Economic Statistics*, 2019.
- [12]Bakshi G, Kapadia N, Madan D. Stock return characteristics, skew laws, and the differential pricing of individual equity options[J]. *Review of Financial Studies*, 2003, 16(1): 101–143.
- [13]Bates D S. The crash of '87: Was it expected? The evidence from options markets[J]. *The Journal of Finance*, 1991, 46(3): 1009–1044.
- [14]Black F, Scholes M. The pricing of options and corporate liabilities[J]. *Journal of Political Economy*, 1973, 81(3):

- 637–654.
- [15]Bollen N P B, Whaley R E. Does net buying pressure affect the shape of implied volatility functions?[J]. *The Journal of Finance*, 2004, 59(2): 711–753.
- [16]Bollerslev T, Todorov V. Tails, fears, and risk premia[J]. *The Journal of Finance*, 2011, 66(6): 2165–2211.
- [17]Chang B Y, Christoffersen P, Jacobs K. Market skewness risk and the cross section of stock returns[J]. *Journal of Financial Economics*, 2013, 107(1): 46–68.
- [18]Christoffersen P, Heston S, Jacobs K. The shape and term structure of the index option smirk: Why multifactor stochastic volatility models work so well[J]. *Management Science*, 2009, 55(12): 1914–1932.
- [19]Dennis P, Mayhew S. Risk-neutral skewness: Evidence from stock options[J]. *The Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 2002, 37(3): 471–493.
- [20]Ding C G, Wang H J, Lee M C, et al. How does the change in investor sentiment over time affect stock returns?[J]. *Emerging Markets Finance and Trade*, 2014, 50(S2): 144–158.
- [21]Easley D, O’Hara M, Srinivas P S. Option volume and stock prices: Evidence on where informed traders trade[J]. *The Journal of Finance*, 1998, 53(2): 431–465.
- [22]Eraker B, Johannes M, Polson N. The impact of jumps in volatility and returns[J]. *The Journal of Finance*, 2003, 58(3): 1269–1300.
- [23]Fama E F, Macbeth J D. Risk, return, and equilibrium: Empirical tests[J]. *Journal of Political Economy*, 1973, 81(3): 607–636.
- [24]Foresi S, Wu L R. Crash-o-phobia: A domestic fear or a worldwide concern?[J]. *The Journal of Derivatives*, 2005, 13(2): 8–21.
- [25]Gârleanu N, Pedersen L H, Poteshman A M. Demand-based option pricing[J]. *The Review of Financial Studies*, 2009, 22(10): 4259–4299.
- [26]Ge L, Lin T C, Pearson N D. Why does the option to stock volume ratio predict stock returns?[J]. *Journal of Financial Economics*, 2016, 120(3): 601–622.
- [27]Hayunga D K, Lung P P. Trading in the options market around financial analysts’ consensus revisions[J]. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 2013, 49(3): 725–747.
- [28]Jin W, Livnat J, Zhang Y. Option prices leading equity prices: Do option traders have an information advantage?[J]. *Journal of Accounting Research*, 2012, 50(2): 401–432.
- [29]Johnson T L, So E C. The option to stock volume ratio and future returns[J]. *Journal of Financial Economics*, 2012, 106(2): 262–286.
- [30]Kelly B, Jiang H. Tail risk and asset prices[J]. *The Review of Financial Studies*, 2014, 27(10): 2841–2871.
- [31]Merton R C. Option pricing when underlying stock returns are discontinuous[J]. *Journal of Financial Economics*, 1976, 3(1-2): 125–144.
- [32]Pan J. The jump-risk premia implicit in options: Evidence from an integrated time-series study[J]. *Journal of Financial Economics*, 2002, 63(1): 3–50.
- [33]Pan J, Poteshman A M. The information in option volume for future stock prices[J]. *The Review of Financial Studies*, 2006, 19(3): 871–908.
- [34]Roll R, Schwartz E, Subrahmanyam A. O/S: The relative trading activity in options and stock[J]. *Journal of Financial Economics*, 2010, 96(1): 1–17.
- [35]Rubinstein M. Nonparametric tests of alternative option pricing models using all reported trades and quotes on the 30

- most active CBOE option classes from august 23, 1976 through august 31, 1978[J]. *The Journal of Finance*, 1985, 40(2): 455–480.
- [36]Xing Y H, Zhang X Y, Zhao R. What does the individual option volatility smirk tell us about future equity returns?[J]. *The Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 2010, 45(3): 641–662.
- [37]Yan S. Jump risk, stock returns, and slope of implied volatility smile[J]. *Journal of Financial Economics*, 2011, 99(1): 216–233.
- [38]Zhang J E, Xiang Y. The implied volatility smirk[J]. *Quantitative Finance*, 2008, 8(3): 263–284.

Research on the Risk Information Contained in the Shape of Implied Volatility Smile of SSE 50ETF Options

Ni Zhongxin^{1,2}, Guo Jing¹, Wang Linyu¹

(1. *School of Economics, Shanghai University, Shanghai 200444, China;*

2. *Research Center of Financial Information, Shanghai University, Shanghai 200444, China*)

Summary: We mainly use the methods of linear regression, factor beta-based portfolio sorting, and Fama-Macbeth regression to study the different risk significance of the implied volatility smile shape of SSE 50ETF options. We divide the pattern of implied volatility into the risk of skewness and the risk of volatility level after removing the skewness. In empirical research, we find that when predicting the future returns of the SSE 50 Index, the coefficients of the level and slope of implied volatility of options are both significant. The greater the slope of the implied volatility smile is, the lower returns the SSE 50 Index will have in the future, and this effect will be very stable in the next 12 weeks and will begin to decay in the next 12 to 24 weeks. The implied volatility level is more durable in predicting the SSE 50 Index, and it is relatively stable for 24 weeks. When two risk variables are put in the same model to regress the future returns of the SSE 50 Index, we find that the values and significance of the two variables have not changed much. In the research of the pricing power of individual stocks, we confirm that the skewness of the smile has significant pricing power for individual stocks, while the volatility level has no significant pricing power for individual stocks. The results of these two studies indicate that the two measures extracted from the implied volatility risk of options represent two different market risks, and the prediction mechanisms of these two types of risks are also different. The implied volatility level represents the market's view on the overall variant risk of the underlying assets. When increasing, it indicates that the market believes that the volatility risk of the SSE 50 Index will increase; and the slope of the implied volatility smile is the excavation of market participants' information about future market trends. The increase in the implied volatility smile's skewness implies a widening spread between OTM put option and ATM call option, and traders are more convinced that the downside risk of the market is expected to increase, which indicates that the underlying stock is falling, and the risk can be further transmitted to individual stocks. Through the empirical analysis, the research results are very instructive to the trading and hedging behavior of financial market traders. Based on the research results, traders can observe the current risk information to guide trading behavior and hedge risks more accurately.

Key words: option implied risk; implied volatility smile; stock return forecast; tail risk

(责任编辑 康 健)