

股票、期权和波动性期权 在交易活动时的波动情况*

Volatility Information in the Trading Activity of Stocks, Options, and Volatility Options

王耀辉

(国立台湾大学管理学院金融学系, 中国台湾)

摘要：本文主要通过 S&P500 指数收益在未来的实际波动率 (Realized Volatility, RV) 来研究 S&P500 成份股、S&P500 指数期权和芝加哥期权交易所波动率指数 (Volatility Index, VIX) 期权的交易活动情况。研究发现, 在决定未来实际波动率时, VIX 看涨期权 (VIX call) 的交易活动会提供唯一始终有用的信息。文章同时还发现, 当投资者过分担心, VIX 看涨期权市场的信息不对称加剧, 以及 VIX 看涨期权的交易成本与 S&P500 指数期权相比出现下降时, 对 RV 的可预测性程度均会有明显增加。

关键词：S&P500 指数收益 实际波动率 S&P500 成份股 S&P500 指数期权

Abstract: We investigate the information content of trading activity in S&P 500 component stocks, S&P 500 index options and VIX options on the future realized volatility (RV) of S&P 500 index returns and find that the only consistently useful information on the determination of future RV is provided by trading activity in VIX calls. We also find a discernible increase in the level of predictability when investors are more worried, when the level of information asymmetry in the VIX call market is higher, and when the transaction costs of VIX calls are lower, relative to S&P 500 index options.

Keywords : S&P500 Index Return ; Realized Volatility ; S&P500 Component Stock ; S&P500 Index Option

* 在此对下列人士的评论表示感谢: Chuang-Chang, San-Lin Chung, Ming Guo, 国立中央大学、国立暨南大学、静宜大学、2012KFA&TFA金融联合会、2012期货与其他衍生品市场国际会议等研讨会参与者。感谢台湾科学委员会 (项目编号: NSC101-2410-H-002-001)、国立台湾大学 (项目编号: 101R7743) 对本研究提供经费支持。

一、概述

在最近几十年中，衍生品市场在市场规模和潜在风险范围方面都经历了指数级增长。考虑到这一市场为衡量市场参与者的预期提供了丰富资源，许多研究都使用了期权市场中的所谓“前瞻性”信息来预测标的资产的价格动态，或是从期权市场价格（如隐含波动率）或交易活动（如交易量）中获取暗示。

有大量研究文献都在关注隐含波动率和标的资产价格的盈利回报及未来波动性之间的联系，其实证结果为期权隐含波动率的预测能力提供了普遍支持¹。但是，与将期权交易价格普遍视为一种有用的信息资源相比，在预测标的资产的未来价格动态时，这些研究明显对期权交易活动的角色缺乏深入解析。

浏览上述研究可以发现，虽然现存文献的实证结果极为多样²，但它们基本上都着眼于期权交易量和标的资产的未来盈利回报之间的信息联系。而如Ni、Pan和Poteshman（2008）已经开始关注知情交易对期权市场波动性的效果，这几位学者的部分研究表明，非做市商通过个人股的期权额构建出净波动性的需求，并认为这一需求提供了关于标的股票的未来RV的相关信息。

对S&P500指数来说，投资者可以通过交易S&P500指数期权和（或）VIX期权来对波动性信息进行处理。因此，本文同时调查了标的股票、期权、波动性期权等

多种交易活动，并力求确认这些活动在决定标的股票的未来实际波动率时所扮演的信息角色。

不同于以往大多数研究，本文具有如下特色：1.通过分析期权交易活动和S&P500指数的未来RV之间的时间序列关系，来确认指数相关期权的交易活动是否如个人股票期权中一样具有充足的信息量，而非原有的仅仅关注个人股票一项；2.考虑到VIX期权市场的指数增长（最终成为风险管理的直接有效平台），除研究S&P500指数期权外，本文同时也分析了VIX期权市场的交易活动及其在预测S&P500指数未来RV时的作用³；3.正如Roll、Schwartz和Subrahmanyam（2010）所提出的，除调查个人市场的交易活动外，本文还特别关注了不同市场间交易活动相对值的信息量。

信息化模型一般意味着市场价格会根据公开信息而作出调整。确实，当使用所有公开信息时，VIX看涨期权的交易活动总会获得更多情报。但在决定未来RV时，VIX看跌期权（VIX put）交易并不提供任何波动性信息。这可能是由于VIX看跌期权并不如VIX看涨期权使用广泛，因而其在未来波动性上的信息量也就更少。本文同时也发现，当以下情况出现时，VIX看涨期权交易活动的可预测性会呈上升状态：1.投资者对市场过分担心；2.VIX看涨期权市场的信息不对称加剧；3.VIX看涨期权的交易成

¹ 参见Canina和Figlewski（1993），Lamoureux和Lastrapes（1993），Xu和Taylor（1995），Christensen和Prabhala（1998），Blair、Poon和Taylor（2001），Poon和Granger（2003），Jiang和Tian（2005），Busch、Christensen和Nielsen（2011）。

² 参见Amin和Lee（1997），Chan、Chung和Fong（2002），Chakravarty、Gulen和Mayhew（2004），Cao、Chen和Griffin（2005），Pan和Poteshman（2006）。

³ 截止到2009年，VIX期权在芝加哥期权交易所（Chicago Board Options Exchange，CBOE）的日平均交易额已经超过120,000笔。

本与S&P500指数期权相比出现下降。

文章进一步发现，从S&P500期权交易活动中，并非总能获取关于S&P500指数未来RV的信息，这是因为推动S&P500指数期权交易的是某些特定因素，而非处理波动性信息。这一点和VIX期权交易的激励因素完全不同，后者要单纯得多。

本文共分为下列几部分：第二章，回顾以往研究内容，以及本研究假设的发展情况；第三章，介绍文章中经验性分析所采用的数据；第四章，初步分析的具体内容；第五章，主要实证结果；第六章，稳健性检验及深入讨论；第七章，结束语。

二、以往研究回顾和研究假设的发展情况

在Black和Scholes（1973）所提出的无摩擦框架中，虽然期权基本上处于过剩状态，期权交易依然是很有吸引力的，这不仅是因为风险管理的需要，也是因为其自身高杠杆率的特性。尤其是对那些经常需要处理信息却缺少判断依据，或是有坚定信念但却无法摆脱各种束缚的交易者而言，期权交易对其正确判断所提供的信息来说也许更为有效，而这一点恰恰和标的资产交易不同。

许多研究都在调查期权市场信息是否与标的资产的未来价格变动有关，它们无一例外地依循了Kyle（1985）关于知情交易是否存在的理论模型，以及Easley、O'Hara和Srinivas（1998）关于期权市场中知情交易

条件的模型。先不论交易背后的动机是否为风险管理的需要或信息处理，在某种意义上说，期权交易确实揭露了市场参与者对标的资产未来价格变动的预期，期权市场也因此提供了丰富的前瞻性信息。

在现有文献中，隐含波动率和交易量是使用最为频繁的期权隐含信息。关于未来RV上期权隐含波动率的信息内容在这些报告内占据主导地位，这使得研究偏向于期权隐含信息的实际应用。这些研究结果清楚显示，尽管其中仍存在一些偏倚⁴，期权隐含波动率是在预测标的资产价格的未来RV方面最有效的工具⁵。

除此之外，还有部分研究表明，期权隐含波动率在预测标的资产价格变动在未来可能带来的利润回报上也有很大作用。特别是达到某些极端水平时，隐含波动率是非常有效的波段操作工具⁶。

Cremers和Weinbaum（2010）发现，在看涨期权和看跌期权隐含波动率水平的差异中，包含了未来股票回报的信息。而Conrad、Dittmar和Ghysels（2013）和Xing、Zhang、Zhao（2010）则指出，隐含波动率“smirk”（曲线呈U状）的变化和未来股票回报之间有很大关系。

当前研究多为深入分析期权隐含波动率和标的资产未来价格变动的联系，但在未来交易动态的期权交易活动信息方面并没有大量探索，而已有研究的实证结果则多少有些混杂。

⁴ 在本文的研究样本中，年度化RV的平均值为0.187，VIX的平均值为0.241。

⁵ 经典参考包括：Day和Lewis（1992），Canina和Figlewski（1993），Lamoureux和Lastrapes（1993），Xu和Taylor（1995），Christensen和Prabhala（1998），Blair et al.（2001），Poon和Granger（2003），Jiang和Tian（2005），Busch et al.（2011）。

⁶ 范例包括：Wahley（2000），Giot（2005），Guo和Whitelaw（2006），Banerjee、Doran和Peterson（2007）。

根据早期对股票和期权市场间的信息联动研究⁷，后期的学者开始关注，期权额是否包含关于标的资产价格未来回报的信息。Chan等人（2002）认为，知情交易者倾向于介绍股票市场而非期权市场的交易者，而此处的期权交易量不影响股票价格。而Chakravarty等人（2004）认为，股票市场和期权市场都与标的股票的价格发现有关。

Amin和Lee（1997）和Cao等人（2005）指出，在营收和收购公告公布之前的期权交易量在价格发现中有重要作用。但正如Cao等人（2005）指出的，在正常交易时间内期权交易量对未来股票价格的预测能力并无有力佐证。根据买方为建立新头寸而认定的期权交易量，Pan和Poteshman（2006）认为，针对未来股价盈利的期权交易量的价格发现预测能力更多是来自于非公开信息，而非公开信息。

此前的大多数调查主要关注期权交易量的信息角色，其研究倾向于预测标的资产价格的方向性变化。但对波动性预测问题关注的并不多，尤其是在公开信息的应用方面。Ni等人（2008）通过一个独有的数据集构建了期权交易量的波动性净需求，并称在非做市商中，这一需求提供了标的资产价格未来RV的信息，尤其是在盈利公告之前的阶段。

Ni等人（2008）的研究为关于标的资产未来RV的期权交易活动的信息调查提供了强烈动机，但本文主要关注公开信息的内容和股票指数，而非私人信息和个人股票。

鉴于VIX期权市场的指数化增长已经达到一个相当令人满意的流动性水平，

S&P500指数的波动性信息不仅可以在S&P500期权交易中实现，也可以在VIX期权交易中实现。S&P500指数看涨和看跌期权的价值和S&P500指数的未来波动性间为正相关，这些期权的交易活动应在同一方向体现波动性信息。

VIX看涨期权和看跌期权的价值和S&P500指数未来波动性之间呈负相关，因此其交易活动应在多空两方体现波动性信息。换句话说，S&P500期权（看涨和看跌）交易和VIX看涨期权交易均应和S&P500指数的未来RV为正相关，而VIX看跌期权则和S&P500指数的未来RV为负相关。

既然Roll、Schwartz和Subrahmanyam（2010）提出了期权/股票交易量比（O/S ratio）（这些学者对这一比率的性质和决定因素进行了综合调查），人们自然要问，O/S比率在标的资产的未来价格动态方面是否比交易量拥有更大的信息量。除了S&P500期权/股票（SPX/SP500）交易量比外，本文还分析了VIX看涨期权/S&P500（VIXC/SP500）和VIX看跌期权/S&P500（VIXP/SP500）股票的交易量比。正如之前提到过的原因，文章希望能够发现，RV和SPX/SP500、VIXC/SP500比之间存在正相关，而和VIXP/SP500比之间存在负相关。

而且，S&P500指数期权交易或VIX期权交易都是明显的波动率交易策略，本文也分析了VIX看涨期权/S&P500（VIXC/SPX）和VIX看跌期权/S&P500（VIXP/SPX）期权比率。考虑到VIX期权交易比S&P500期权交易更能够体现直接的波动性战略，学者们在掌握波动性信息时很可能

⁷ 范例包括：Manaster和Rendleman（1982），Bhattacharya（1987），Anthony（1988），Stephan和Whaley（1990）。

会更加青睐前者，本文希望能发现VIXC/SPX（VIXP/SPX）比率会对未来RV产生正面（负面）作用。

最后，和对S&P500期权看涨/看跌比率的价格信息研究一样，为研究波动性信息，本文同时也调查了VIX期权的看涨/看跌（VIXP/VIXC）比率，并期望发现这一比率会对未来RV产生负面影响。

三、数据和方法论

由于VIX期权交易在2006年3月才开始，本文特选用2006年3月1日至2010年6月30日作为样本期，因为这一期间会为所有资产提供连续一致的样本期。本文的宗旨是分析S&P500指数的RV，遵循Andersen、Bollerslev、Diebold和Eben（2010）的研究，RV的计算方式为高频（五分钟）统计量平方总和的平方根⁸。

本文主要关注三种交易活动：S&P500指数、S&P500期权和VIX期权，并从CRSP数据库（包括S&P500指数成份股的历史数据）中获取股票的交易数据。由于S&P500指数是市值加权指数，其交易活动的计算方法应为成份股交易活动的市值加权，不仅要看每日股份数，还要看每家成分公司交易的美元总量⁹（收盘价×股份数）。

S&P500指数期权和VIX期权的交易数据来自CBOE数据库。同样在此数据库选取的数据还有：每日合同数、最后买入价和卖出价、标的指数的收盘水平，以及两种指数各自的看涨期权和看跌期权的隐含波动率等。

S&P500指数期权的交易量的计算方

法为：所有期权交易合同的总和。由于S&P500指数期权的美元总量为近似值，首先应用每种期权的交易合同数×最后中间报价（last mid-quote），其次是将所有期权的总数相加。VIX看涨期权和看跌期权的交易量和美元总量也用同种方法计算。

鉴于现有研究一致认为VIX在预测RV时最为有效，本文首先对RV和VIX的统计量进行调查。如表1所示，RV和VIX的相关系数高达0.86，且二者均有较高的持续性。同时，VIX一般都会高于RV，而RV的波动性则更大。这些特征均与早期研究结果一致。

表2列出了S&P500成份股（SP500）、S&P500指数期权（SPX）、VIX看涨期权（VIXC）、VIX看跌期权（VIXP）交易活动的统计量。如图所示，所有交易活动的交易量和美元总量的偏斜度均为正值，且为尖峰态分布。虽然所有交易活动均为高持续性，但S&P500成份股交易的自相关系数最高。

可以发现，VIX期权的总交易合同数要远远低于S&P500指数期权，这是因为推动后者交易的因素并不只是波动性信息。但有趣的是，VIX看跌期权的交易量比VIX看涨期权的一半还少。通过对美元总量的调查可知，这其中有极大的差别。很明显，VIX看跌期权并不如VIX看涨期权普遍，且VIX看跌期权的大部分交易都为价外合同（out of the money）¹⁰。

当对各种交易活动的相关系数进行比较时，虽然这些交易活动之间均呈明显的正相关，但相关性最强的应为S&P500成份

⁸ S&P500的高频数据集来自Olsen Data AG。

⁹ 译者注：即以美元为单位的交易量。

¹⁰ 鉴于VIX水平在样本期内呈增长趋势，大量价内看跌期权最终变为价外。

股和S&P500指数期权的交易活动。本文对S&P500指数、S&P500指数期权、VIX看涨和看跌期权的交易活动分别实行了格兰杰因果检验，其结果如表3所示。虽然VIX看跌期权交易并不是S&P500成份股和S&P500指数期权交易的格兰杰成因，尤其是在美元总量方面，但大部分成对变量仍相互影响。和此前显示的低交易量一样，这一发现可能表明了VIX看跌期权的低信息度。

四、初步分析

Karpoff (1987) 和Gallant、Rossi、Tauchen (1992) 都认为，股票盈利回报的波动性和股票交易量之间为正相关。因此，除S&P500指数期权和VIX期权交易外，本文的调查对象还包括S&P500成份股交易。文章首先从分析RV和不同市场间交易活动的模式开始。

表4显示了5个均量组(evenly numbered group)的S&P500指数现有的和前一周期的RV，排序方式为：S&P500成份股交易、S&P500期权交易、VIX看涨期权交易、VIX看跌期权交易。表4同时还列出了交易活动水平最高组和最低组的RV差异的t统计量。

如图所示，不论交易量或美元总量如

何，也不论波动性到底为现有数据还是前一周期的数据，RV都和S&P500成份股、VIX看涨期权一起呈单调递增状态¹¹。虽然所有高-低(High-Low)t统计量在1%水平上显著不等于零，但RV并不随特定交易活动的变化而变化。

例如，在交易量上，第三组S&P500指数期权的RV低于第二组，而这一问题与RV选择现有数据或前一周期数据无关。另外，VIX看跌期权最高组的RV低于第四组，而这与交易量或美元总量的情况以及RV选择现有数据或前一周期数据均无关。总体来说，当对美元总量进行调查时，单调关系的可信度会更高。

表5显示了5个均量组的S&P500指数的现有RV和前一周期RV，按S&P500成份股、S&P500指数期权、VIX看涨期权和VIX看跌期权的交易活动相对值比例排序。另外还有交易活动相对值比例最高组和最低组的不同RV水平差异的t统计量。

对交易活动相对值比例的分析结果并不像对交易活动的分析那样成功。特别是在交易量方面，对所有比率的RV都没有找到明显可识别的模型。但在美元总量方面，SPX/SP500和VIXC/SP500比率与现有

表1 波动性测量概括统计

变量	平均值	标准差	倾斜度	峰度	自相关函数				
					滞后1	滞后2	滞后3	滞后4	滞后5
RV	0.187	0.147	2.646	13.492	0.829	0.807	0.756	0.742	0.726
VIX	0.241	0.126	1.642	6.001	0.982	0.969	0.961	0.951	0.945

注：表格是对S&P500指数中实际波动率(RV)和隐含波动率(VIX)的概括统计，样本期为2006年3月1日至2010年6月30日。这里遵循Andersen、Bollerslev、Diebold和Eben(2001)的研究方法来计算RV，即高频(五分钟)squared returns总和的平方根。VIX指数来自CBOE。

¹¹ 虽然现有RV与前一周期RV都和S&P500成份股、VIX看涨期权一起呈单调递增，但预测关系是本文的主要研究对象，下文将主要关注与前一周期RV之间的关系。

表2 交易活动概括统计

统计	SP500	SPX	VIXC	VIXP
A: 交易量				
平均值	17,911,300	529,070	66439	30084
标准差	7,491,257	230,022	60476	34377
倾斜度	1.080	1.058	2.463	2.464
峰度	4.741	6.790	14.928	11.404
自相关函数				
滞后1	0.846	0.621	0.519	0.518
滞后2	0.780	0.539	0.443	0.504
滞后3	0.720	0.461	0.413	0.478
滞后4	0.689	0.423	0.416	0.521
滞后5	0.678	0.406	0.399	0.435
相关性				
SPX	0.608			
VIXC	0.461	0.464		
VIXP	0.507	0.379	0.521	
B: 美元总量				
平均值	6,635,591	13,897,353	124,049	46510
标准差	2,154,165	11,268,449	188,664	58608
倾斜度	0.878	2.785	5.975	2.747
峰度	4.617	16.711	58.994	14.674
自相关函数				
滞后1	0.787	0.751	0.535	0.517
滞后2	0.716	0.704	0.441	0.462
滞后3	0.657	0.655	0.365	0.427
滞后4	0.628	0.637	0.328	0.444
滞后5	0.610	0.598	0.287	0.417
相关性				
SPX	0.731			
VIXC	0.473	0.536		
VIXP	0.355	0.343	0.362	

注:表格列出了 S&P500 成份股 (SP500)、S&P500 指数期权 (SPX)、VIX 看涨期权 (VIXC)、VIX 看跌期权 (VIXP) 的日交易活动统计,样本期为 2006 年 3 月 1 日至 2010 年 6 月 30 日。SP500 的计算为:成份股交易活动市值加权测算。SPX 交易量为所有期权的交易笔数总和。SPX 美元总量约为:先将每类期权的交易笔数乘以 last mid-quote,再将所有期权的结果相加。VIXC 和 VIXP 的交易量和美元总量的计算方法同上。

RV、前一周期RV间均为积极的正相关,且高-低差异也非常明显。

和对交易活动的整体发现一样,这些分析结果对S&P500指数期权和VIX看涨期权交易活动的信息量提供了支持。总而言之,本文对S&P500成份股的研究发现与Karpoff (1987) 和Gallant等人 (1992) 的研究一致,而对S&P500指数期权和VIX看涨期权的研究则很可能发现了它们的潜在作用,即在S&P500盈利回报的未来波动性方面提供有用信息。

五、回归效果

(一) 不同市场上交易活动的预测能力

为了更加深入地调查S&P500成份股、S&P500指数期权、VIX看涨期权和VIX看跌期权中所包含的波动性信息,本文使用回归模型来检测未来RV是否可用不同市场上的(相关)交易活动诠释。也就是说,S&P500指数的现有RV在模型中被视为因变量,一个或所有延迟(相关)交易活动变量为自变量。

为了控制波动持久性的效果,并考虑

表3 交易活动的格兰杰因果关系

无效假设	交易量		美元总量	
	F统计量	p值	F统计量	p值
SP500不是SPX格兰杰原因	15.583	.0000	12.154	.0000
SPX不是SP500格兰杰原因	4.801	.0084	13.241	.0000
SP500不是VIXC格兰杰原因	11.131	.0000	12.313	.0000
VIXC不是SP500格兰杰原因	6.315	.0019	19.741	.0000
SP500不是VIXP格兰杰原因	30.430	.0000	11.784	.0000
VIXP不是SP500格兰杰原因	2.083	.1250	1.300	.2729
SPX不是VIXC格兰杰原因	6.282	.0019	17.460	.0000
VIXC不是SPX格兰杰原因	16.763	.0000	8.169	.0003
SPX不是VIXP格兰杰原因	13.418	.0000	19.377	.0000
VIXP不是SPX格兰杰原因	6.520	.0015	0.389	.6777
VIXC不是VIXP格兰杰原因	22.742	.0000	31.575	.0000
VIXP不是VIXC格兰杰原因	12.520	.0000	5.801	.0031

注：表格为 S&P500 成份股 (SP500)、S&P500 指数期权 (SPX)、VIX 看涨期权 (VIXC)、VIX 看跌期权 (VIXP) 的日交易活动，进行格兰杰因果关系检验后的 F-统计量 (F-statistics) 和 p 值 (p-values)，样本期为 2006 年 3 月 1 日至 2010 年 6 月 30 日。同时使用交易量和美元总量测算交易活动，实验的最优化模型由赤池信息量准则 (Akaike information criterion) 决定。

表4 交易活动的实际波动率

组别	交易量		美元总量	
	RV	RVI	RV	RVI
A: 实际波动率, 按SP500排序				
1 (低SP500)	0.085	0.098	0.091	0.099
2	0.114	0.112	0.122	0.130
3	0.170	0.181	0.166	0.169
4	0.221	0.215	0.221	0.225
5 (高SP500)	0.343	0.329	0.333	0.310
高-低	0.257	0.231	0.242	0.211
t统计量	17.413	15.341	16.840	14.243
B: 实际波动率, 按SPX排序				
1 (低SPX)	0.100	0.113	0.085	0.089
2	0.174	0.180	0.125	0.129
3	0.170	0.170	0.159	0.162
4	0.203	0.196	0.214	0.210
5 (高SPX)	0.287	0.275	0.351	0.343
高-低	0.187	0.162	0.266	0.254
t统计量	12.645	10.408	18.685	17.568
C: 实际波动率, 按VIXC排序				
1 (低VIXC)	0.118	0.122	0.095	0.099
2	0.195	0.195	0.153	0.154
3	0.200	0.203	0.178	0.178
4	0.203	0.207	0.210	0.210
5 (高VIXC)	0.218	0.208	0.296	0.294
高-低	0.100	0.086	0.201	0.195
t统计量	7.777	7.304	13.485	12.633
D: 实际波动率, 按VIXP排序				
1 (低VIXP)	0.095	0.097	0.089	0.091
2	0.158	0.162	0.144	0.153
3	0.228	0.231	0.203	0.207
4	0.237	0.233	0.258	0.251
5 (高VIXP)	0.216	0.211	0.240	0.233
高-低	0.122	0.114	0.151	0.142
t统计量	10.147	9.379	12.000	11.396

注：表 IV 中为 5 个均量组的 S&P500 指数现有的和前一周期的实际波动率 (RV 和 RVI)，排序方式为：S&P500 成份股交易 (SP500)、S&P500 指数期权交易 (SPX)、VIX 看涨期权交易 (VIXC)、VIX 看跌期权交易 (VIXP)。样本期为 2006 年 3 月 1 日至 2010 年 6 月 30 日。同时还列出了交易活动水平最高组和最低组的 RV(RVI) 差异的 t 统计量。

到已经被广泛认可的隐含波动率能够最有效预测RV，本文分别使用延迟5天RV和延迟1天VIX作为控制变量¹²。另外，由于样本期内包括了雷曼兄弟的破产，本文使用虚拟变量来控制危机效果，这一变量由Bartram和Bodnar（2009）定义。模型如下：

$$RV_t = \alpha + \sum_{i=1}^n b_i X_{i,t-1} + c VIX_{t-1} + \sum_{j=1}^5 d_j RV_{t-j} + e Crisis_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

其中，RV_t（VIX_t）表示实际（隐含）波动率；Crisis_t是虚拟变量，当t在2008年9月15日至10月27日之间时，虚拟变量值为1，反之则为0；X_i为第i个交易活动变量；n取决于变量数。

鉴于模型中的变量量级存在实质性差异，除Crisis_t外，回归分析中的变量按样本平均数和标准偏差进行标准化，力求避免计算错误。考虑到可能存在的序列相关性和异方差性，本文在回归分析中使用纽维-西稳健标准差（Newey-West robust standard errors）。

表6中是关于各市场交易活动的回归结果，表7中是交易活动相对值的回归结果。在这两个表格中，A栏详述了交易量的结果，B栏是美元总量的结果。两栏中的前几个模型都包括控制变量和S&P500、SPX、VIXC或VIXP（相关）交易活动，最后一个模型包含所有变量。

如表6所示，控制变量系数和之前研究结果一致，波动性呈高持续性，隐含波动率是最有效的预测工具，且雷曼兄弟破产对波动性有巨大影响。在交易量的个体解

释力方面，达到5%显著性水平的只有VIXC系数，和预期一样为正号。

但当用美元总量检验个体解释力时，除VIXP外，所有交易活动都达到5%显著性水平，同时正负性也符合预期。考虑到不同变量之间的相互作用，最后一个模型包括了所有交易活动变量。虽然所有系数显示了预期的正负性，但只有VIXC系数达到5%显著性水平，且这一情况与是否使用交易量或美元总量无关。

为了节省篇幅，本文跳过表7中截距和控制变量的结果，这些变量的模式与表6中的一致。在相关交易量方面，不论检验的是个体解释力还是共同解释力，所有变量都在5%水平上统计不显著。如表7所示，只有VIXC/SPX和VIXPC比率在10%显著性水平上具有解释力。

但是，当使用美元总量时，VIXC/SP500和VIXPC的交易活动相对值达到5%显著性水平，显示了预期的正负性。虽然VIXP/SP500、VIXC/SPX和VIXP/SPX系数达到10%显著性水平，显示了预期的正负性，当考虑到最后一个模型中所有变量间的相互作用时，只有VIXC/SP500达到5%显著性水平。

综上所述，在S&P500指数期权交易活动中，并不总是包含关于未来RV的信息，这一点与VIX看涨期权正好相反。VIX看涨期权交易活动是唯一对所有模型和措施都始终拥有显著解释能力的变量。这可能是因为，S&P500指数期权交易的动机是处理波动性信息和其他许多事项，而VIX看涨期

¹² 为控制波动持久性的效果，对延迟RV量的选择是随机的。由于本文使用每日数据，且一周中有5个交易日，因此此处选择延迟5天。当周定期模式存在时，这一做法同样也可对其进行控制。

表5 交易活动相对值的实际波动率

组合	交易量 RV	美元总量 RVI	RV	RVI
A: 实际波动率, 按SPX/SP500比值排序				
1 (低SPX/SP500)	0.223	0.225	0.098	0.099
2	0.207	0.198	0.129	0.127
3	0.195	0.193	0.171	0.173
4	0.174	0.185	0.215	0.215
5 (高SPX/SP500)	0.135	0.134	0.320	0.320
高-低	-0.088	-0.092	0.222	0.221
t统计量	-7.225	-7.939	15.041	14.927
B: 实际波动率, 按VIXC/SP500比值排序				
1 (低VIXC/SP500)	0.185	0.175	0.114	0.109
2	0.199	0.206	0.162	0.166
3	0.205	0.204	0.188	0.184
4	0.178	0.182	0.208	0.211
5 (高VIXC/SP500)	0.167	0.167	0.263	0.264
高-低	-0.018	-0.008	0.149	0.154
t统计量	-1.381	-0.698	9.839	10.203
C: 实际波动率, 按VIXP/SP500比值排序				
1 (低VIXP/SP500)	0.113	0.112	0.094	0.096
2	0.207	0.210	0.155	0.165
3	0.234	0.226	0.225	0.216
4	0.202	0.206	0.243	0.237
5 (高VIXP/SP500)	0.178	0.180	0.217	0.219
高-低	0.064	0.068	0.122	0.123
t统计量	6.325	6.231	10.553	10.298
D: 实际波动率, 按VIXC/SPX比值排序				
1 (低VIXC/SPX)	0.158	0.148	0.159	0.159
2	0.213	0.222	0.196	0.190
3	0.210	0.209	0.200	0.207
4	0.188	0.187	0.198	0.195
5 (高VIXC/SPX)	0.165	0.168	0.181	0.184
高-低	0.008	0.020	0.022	0.026
t统计量	0.663	1.875	1.765	2.048
E: 实际波动率, 按VIXP/SPX比值排序				
1 (低VIXP/SPX)	0.105	0.105	0.095	0.096
2	0.206	0.210	0.158	0.168
3	0.221	0.214	0.217	0.213
4	0.229	0.230	0.251	0.248
5 (高VIXP/SPX)	0.173	0.175	0.212	0.209
高-低	0.068	0.070	0.117	0.113
t统计量	7.384	7.972	11.719	11.678
F: 实际波动率, 按VIXP/VIXC比值排序				
1 (低VIXP/VIXC)	0.130	0.133	0.164	0.174
2	0.183	0.186	0.188	0.190
3	0.201	0.201	0.202	0.202
4	0.199	0.200	0.197	0.187
5 (高VIXP/VIXC)	0.220	0.215	0.183	0.182
高-低	0.090	0.082	0.019	0.008
t统计量	7.192	6.035	1.502	0.571

注: 表格中为 S&P500 指数的 5 个均量组现有和前一周期的实际波动率 (RV 和 RV1), 排序方式为: S&P500 成份股交易 (SP500)、S&P500 指数期权交易 (SPX)、VIX 看涨期权交易 (VIXC)、VIX 看跌期权交易 (VIXP)。样本期为 2006 年 3 月 1 日至 2010 年 6 月 30 日。同时还列出了交易活动水平最高组和最低组的 RV (RV1) 差异的 t 统计量。

权交易则是非常直观的波动策略，因此后者中所包含的信息也就要准确得多。

(二) 预测能力的决定因素

VIX看涨期权交易活动是始终提供关于S&P500指数未来RV信息的唯一变量。因此，对其信息量强度决定因素的研究就显得非常必要。本文中包含3个潜在的决定因素：VIX指数、VIX看涨期权的买卖价差比例、VIX看涨期权相对于S&P500指数期权的买卖价差比例。对这3个变量的假设如下：

Whaley (2000) 提出，VIX可用于测算

市场参与者的恐慌水平，因此常被视为情绪指数。当VIX升高时，投资者对未来市场动态的焦虑或不确定感也会随之上升，从而在风险管理上做出更多投入。VIX看涨期权交易是规避波动性风险最直接的手段，本文期望能发现，当VIX越高时，VIX看涨期权交易活动的预测能力也会越高。

Kyle (1985) 认为，买卖价差比例不仅是市场的流动性指标，也是市场买卖双方信息不对称程度的反映。当VIX看涨期权市场的信息不对称加剧时，对S&P500成

表6 交易活动的回归结果

独立变量	模型 (1)		模型 (2)		模型 (3)		模型 (4)		模型 (5)	
	Coeff.	p值								
A: 交易量										
截距	-0.040	.130	-0.039	.127	-0.040	.126	-0.040	.130	-0.039	.125
AR1	0.167	.001	0.178	.001	0.180	.001	0.193	.000	0.159	.001
AR2	0.191	.001	0.186	.002	0.189	.001	0.184	.002	0.192	.001
AR3	0.011	.822	0.004	.937	0.008	.876	0.004	.938	0.013	.804
AR4	0.040	.308	0.033	.414	0.042	.284	0.034	.389	0.044	.256
AR5	0.075	.080	0.072	.088	0.066	.122	0.071	.092	0.068	.112
VIX	0.728	.000	0.752	.000	0.754	.000	0.759	.000	0.733	.000
Crisis	1.381	.000	1.379	.000	1.391	.000	1.401	.000	1.374	.000
SP500	0.054	.103							0.041	.218
SPX			0.024	.333					0.003	.893
VIXC					0.045	.027			0.043	.040
VIXP							0.003	.858	-0.021	.303
B: 美元总量										
截距	-0.038	.105	-0.035	.159	-0.037	.149	-0.040	.126	-0.033	.143
AR1	0.133	.003	0.140	.019	0.157	.004	0.194	.000	0.089	.084
AR2	0.184	.001	0.191	.001	0.184	.002	0.183	.003	0.182	.002
AR3	0.010	.845	0.007	.894	0.020	.695	0.003	.961	0.019	.706
AR4	0.037	.344	0.030	.493	0.047	.239	0.033	.402	0.038	.349
AR5	0.068	.112	0.073	.074	0.063	.148	0.070	.099	0.059	.164
VIX	0.721	.000	0.698	.000	0.733	.000	0.762	.000	0.683	.000
Crisis	1.334	.000	1.228	.000	1.283	.000	1.404	.000	1.145	.000
SP500	0.085	.005							0.056	.067
SPX			0.106	.018					0.069	.142
VIXC					0.086	.002			0.075	.003
VIXP							-0.011	.490	0.043	.007

注：表格中为各类交易活动的回归结果：S&P500 成份股交易 (SP500)、S&P500 指数期权交易 (SPX)、VIX 看涨期权交易 (VIXC)、VIX 看跌期权交易 (VIXP)。样本期为 2006 年 3 月 1 日至 2010 年 6 月 30 日。模型如下：

$$RV_t = a + \sum_{i=1}^n b_i X_{i,t-1} + c VIX_{t-1} + \sum_{j=1}^5 d_j RV_{t-j} + e Crisis_t + \varepsilon_t$$

其中， RV_t 和 VIX_t 分别代表实际波动率和隐含波动率； $Crisis_t$ 为虚拟变量，在 2008 年 9 月 15 日至 10 月 27 日期间为 1，其他时间段则为 0； X_i 为第 i 个交易活动变量，且 n 随变量数的不同而变化。考虑到模型中不同变量间的量级差异，回归分析中使用的所有变量，除 $Crisis_t$ 之外，按其样本均值和标准偏差予以标准化，力求避免出现计算错误。回归分析使用纽维-西稳健标准差来处理序列关联和异方差性。

份股未来波动性的不确定程度也会升高，投资者会更加依赖VIX看涨期权市场来进行风险管理。本文期望能发现，VIX看涨期权买卖价差比例据此的预测能力也有上升。

S&P500指数和VIX期权都是展示交易波动性信息的平台，投资者在决定应选择哪个市场进行交易时，主要考虑这两个市场的相关交易成本。本文使用VIX看涨期权相对于S&P500指数期权的买卖价差比例来计算相关交易成本，期望能够发现，这一结果和预测能力之间为反向联系。

测算这些决定性因素的回归模型如下：

$$RV_t = a + bVIXC_{t-1} + \sum_{i=1}^3 f_i VIXC_{t-1} Y_{i,t-1} + cVIX_{t-1} + \sum_{j=1}^5 d_j RV_{t-j} + eCrisis_t + \varepsilon_t \quad (2)$$

其中 $Y_{i,t}$ 表示决定性因素的第*i*个替代量，其他变量依旧如前述定义。

表8列出了回归结果，其中只记录了b和*g*的结果，其他系数模式和前述报告中类似。在交易量方面，所有*f_i*都达到了5%显著性水平，且这一结果与对其进行综合检查或个体检查无关。在美元总量上也有相同的发现，除了系数相关买卖价差比例并不显著，但这一结果仍然与预料一致。

综上，当投资者过分担心时，VIX看涨期权市场的信息不对称加剧时，或VIX看涨期权的相关交易成本和S&P500指数期权相比出现下降时，VIX看涨期权交易的预测能力都会得到提高。

六、稳健性检验及深入分析

近些年，衍生品市场交易经历了指数化增长。为观察任一市场发展过程中交易活动

表7 交易活动相对值的回归结果

独立变量	模型 (1)		模型 (2)		模型 (3)		模型 (4)		模型 (5)		模型 (6)		模型 (7)		
	Coeff.	p值	Coeff.	p值	Coeff.	p值									
A: 交易量															
SPX/SP500	-0.001	.547												-0.006	.684
VIXC/SP500			0.019	.186										0.015	.368
VIXP/SP500					-0.011	.384								-0.017	.371
VIXC/SPX							0.015	.053						0.003	.570
VIXP/SPX									-0.001	.9523				0.017	.148
VIXP/VIXC											-0.026	.075	-0.020	.303	
B: 美元总量															
SPX/SP500	0.025	.313												0.020	.422
VIXC/SP500			0.049	.018										0.043	.041
VIXP/SP500					-0.027	.050								-0.028	.096
VIXC/SPX							0.011	.064						0.002	.525
VIXP/SPX									-0.021	.069				0.007	.462
VIXP/VIXC											-0.047	.001	-0.022	.165	

注：表格中为各类交易活动相对值的回归结果；S&P500 成份股交易（SP500）、S&P500 指数期权交易（SPX）、VIX 看涨期权交易（VIXC）、VIX 看跌期权交易（VIXP）。样本期为 2006 年 3 月 1 日至 2010 年 6 月 30 日。模型如下：

$$RV_t = a + \sum_{i=1}^n b_i X_{i,t-1} + cVIX_{t-1} + \sum_{j=1}^5 d_j RV_{t-j} + eCrisis_t + \varepsilon_t$$

其中， RV_t 和 VIX_t 分别代表实际波动率和隐含波动率； $Crisis_t$ 为虚拟变量，在 2008 年 9 月 15 日至 10 月 27 日期间为 1，其他时间段则为 0； X_i 为第 *i* 个交易活动相对值变量，且 *n* 随变量数的不同而变化。考虑到模型中不同变量间的量级差异，回归分析中使用的所有变量，除 $Crisis_t$ 之外，按其样本均值和标准偏差予以标准化，力求避免出现计算错误。回归分析使用纽维 - 西稳健标准差来处理序列关联和异方差性。

的自然增长, 本文采用了Ni等人(2008)的研究方法, 对变量按历年均值和标准偏差进行标准化。表9列出了实验中所有变量的回归结果, A栏为交易量的结果, B栏为相对比值的结果。

回归结果和按样本平均值、标准偏差进行标准化后的数据一致。换句话说, 在期权市场交易中, 只有VIX看涨期权交易始终保持5%显著性水平。其次, 无论是在交易量方面还是在美元总量方面, S&P500成份股交易也达到了5%显著性水平。这一发现和信息到达假设一致。市场上流入的信息越多, 交易者越多, 市场波动性也就越大。

如果交易者相信自己拥有波动性信息, 考虑到虚值期权有更高的杠杆率, 这时的交易可能会更廉价也更有效。本文同时也用虚值期权编制了S&P500指数期权和VIX期权交易活动的变量。表10中的回归结果包括实验中的所有变量, 和预计的不

同, 这些交易活动无一例外地无法提供关于未来RV的有效信息。因此, 在研究交易波动性信息时, 杠杆作用可能并不具有重要意义, 而VIX期权溢价和S&P500指数期权相比一般都很低。

七、结论

期权市场在标的资产的未来动态方面提供了丰富的信息。在S&P500指数内, 投资者不仅可以选择S&P500指数期权, 还可以选择VIX期权, 后者的标的资产根据前者得出。由于S&P500指数期权和VIX期权都与S&P500指数有关, 研究这些市场中隐含的信息内容就显得极为必要, 特别是在S&P500指数的未来动态方面。

鉴于这两个期权市场上交易活动隐含的波动性信息都比较缺乏, 本文从分析这两个市场交易活动的S&P500指数未来RV的信息内容着手, 估算交易量和美元总量作为市场上交易活动的变量, 从而发现, 在

表8 决定VIX看涨期权预测能力的因素

独立变量	模型(1)		模型(2)		模型(3)		模型(4)	
	Coeff.	p值	Coeff.	p值	Coeff.	p值	Coeff.	p值
A: 交易量								
VIXC	0.042	.014	0.044	.026	0.042	.031	0.038	.018
VIXC × VIX	0.082	.002					0.077	.002
VIXC × Spread			0.036	.031			0.046	.002
VIXC × RSpread					-0.022	.043	-0.026	.009
B: 美元总量								
VIXC	0.058	.016	0.095	.004	0.072	.017	0.048	.083
VIXC × VIX	0.034	.061					0.041	.022
VIXC × Spread			0.036	.032			0.065	.001
VIXC × RSpread					-0.025	.325	-0.036	.198

注: 表格中为VIX看涨期权(VIXC)交易活动的回归结果, 以及对VIXC预测能力的3个潜在决定性因素, 分别为: 恐慌指标(VIX), 信息不对称量(Spread), VIX看涨期权相对S&P500指数期权的交易成本(RSpread)。模型如下:

$$RV_t = \alpha + bVIXC_{t-1} + \sum_{i=1}^3 f_i VIXC_{t-1} Y_{i,t-1} + cVIX_{t-1} + \sum_{j=1}^5 d_j RV_{t-j} + eCrisist + \varepsilon_t$$

其中, RV_t 和 VIX_t 分别代表实际波动率和隐含波动率; $Crisist$ 为虚拟变量, 在2008年9月15日至10月27日期间为1, 其他时间段为0; $Y_{i,t}$ 为决定性因素的第*i*个替代量。考虑到模型中不同变量间的量级差异, 回归分析中使用的所有变量, 除 $Crisist$ 外, 按其样本均值和标准偏差予以标准化, 力求避免出现计算错误。回归分析使用纽维-西稳健标准差来处理序列关联和异方差性。

表9 年度标准化数据的回归结果

独立变量	交易量		美元总量	
	Coeff.	p值	Coeff.	p值
A: 交易活动				
SP500	0.082	.004	0.056	.048
SPX	-0.036	.137	0.008	.778
VIXC	0.058	.022	0.093	.003
VIXP	-0.002	.924	-0.042	.038
B: 交易活动相对值				
SPX/SP500	-0.034	.149	0.005	.844
VIXC/SP500	0.020	.639	0.102	.033
VIXP/SP500	-0.026	.535	-0.065	.088
VIXC/SPX	0.006	.873	-0.042	.256
VIXP/SPX	0.036	.369	0.042	.202
VIXP/VIXC	-0.023	.447	-0.019	.490

注：表格中为各类（相关）交易活动的回归结果：S&P500 成份股交易（SP500）、S&P500 指数期权交易（SPX）、VIX 看涨期权交易（VIXC）、VIX 看跌期权交易（VIXP）。样本期为 2006 年 3 月 1 日至 2010 年 6 月 30 日。模型如下：

$$RV_t = \alpha + \sum_{i=1}^n b_i X_{i,t-1} + c VIX_{t-1} + \sum_{j=1}^5 d_j RV_{t-j} + e Crisis_t + \varepsilon_t$$

其中，RV_t 和 VIX_t 分别代表实际波动率和隐含波动率；Crisis_t 为虚拟变量，在 2008 年 9 月 15 日至 10 月 27 日期间为 1，其他时间段则为 0；X_i 为第 i 个交易活动变量，且 n 随变量数的不同而变化。考虑到模型中不同变量间的量级差异，回归分析中使用的所有变量，除 Crisis_t 之外，按其历年均值和标准偏差予以标准化，力求避免出现计算错误。回归分析使用纽维 - 西稳健标准差来处理序列关联和异方差性。

表10 虚值期权交易活动的回归结果

独立变量	交易量		美元总量	
	Coeff.	p值	Coeff.	p值
A: 交易活动				
SP500	0.056	.116	0.091	.008
SPX	-0.010	.701	-0.015	.777
VIXC	0.003	.891	0.010	.778
VIXP	0.006	.780	-0.004	.847
B: 交易活动相对值				
SPX/SP500	-0.013	.395	-0.020	.549
VIXC/SP500	0.001	.941	0.007	.812
VIXP/SP500	-0.011	.537	-0.036	.286
VIXC/SPX	0.005	.272	0.001	.781
VIXP/SPX	0.012	.293	0.024	.372
VIXP/VIXC	0.003	.870	0.006	.717

注：表格中为各类虚值期权交易活动的回归结果：S&P500 成份股交易（SP500）、S&P500 指数期权交易（SPX）、VIX 看涨期权交易（VIXC）、VIX 看跌期权交易（VIXP）。样本期为 2006 年 3 月 1 日至 2010 年 6 月 30 日。模型如下：

$$RV_t = \alpha + \sum_{i=1}^n b_i X_{i,t-1} + c VIX_{t-1} + \sum_{j=1}^5 d_j RV_{t-j} + e Crisis_t + \varepsilon_t$$

其中，RV_t 和 VIX_t 分别代表实际波动率和隐含波动率；Crisis_t 为虚拟变量，在 2008 年 9 月 15 日至 10 月 27 日期间为 1，其他时间段则为 0；X_i 为第 i 个交易活动相对值变量，且 n 随变量数的不同而变化。考虑到模型中不同变量间的量级差异，回归分析中使用的所有变量，除 Crisis_t 之外，按其样本均值和标准偏差予以标准化，力求避免出现计算错误。回归分析使用纽维 - 西稳健标准差来处理序列关联和异方差性。

决定S&P500指数回报的未来RV时，只有VIX看涨期权交易会提供持续有用的信息。

本文同时发现，当投资者过分担心时，当VIX看涨期权市场的信息不对称加剧时，或VIX看涨期权交易成本与S&P500指数期权相比出现下降时，这一可预测性

都会出现增长态势。与之相反，在决定S&P500指数的未来RV时，S&P500指数期权交易并非总能提供信息。本文推测，这是因为S&P500指数期权交易具有多元化动机，从而使得S&P500指数期权市场所隐含的波动性信息并不够充分、精确。

作者介绍：

王耀辉，就职于台湾台北国立台湾大学管理学院金融学系。

参考文献

- [1]Amin, K. I., & Lee, C. M. C., 1997. Option trading, price discovery and earnings news dissemination. *Contemporary Accounting Research*, 14, 153—192.
- [2]Andersen, T., Bollerslev, T., Diebold, E. X., & Ebens, H., 2001. The distribution of realized stock return volatility. *Journal of Financial Economics*, 61, 43—76.
- [3]Anthony, J., 1988. The interrelation of stock and option market trading volume data. *Journal of Finance*, 43, 949—961.
- [4]Banerjee, P. S., Doran, J. S., & Peterson, D. R., 2007. Implied volatility and future portfolio returns. *Journal of Banking and Finance*, 31, 3183—3199.
- [5]Black, F., & Scholes, M., 1973. The pricing of options and corporate liabilities. *Journal of Political Economy*, 81, 637—659.
- [6]Blair, B. J., Poon, S., & Taylor, S. J., 2001. Forecasting S&P 100 volatility: The incremental information content of implied volatilities and high—frequency index returns. *Journal of Econometrics*, 105, 5—26.
- [7]Busch, T., Christensen, B. J., & Nielsen, M., 2011. The role of implied volatility in forecasting future realized volatility and jumps in foreign exchange, stock and bond markets. *Journal of Econometrics*, 160, 48—57.
- [8]Canina, L., & Figlewski, S., 1993. The information content of implied volatility. *Review of Financial Studies*, 6, 659—681.
- [9]Cao, C., Chen, Z., & Griffin, J. F., 2005. Informational content of option volume prior to takeovers. *Journal of Business*, 78, 1073—1109.
- [10]Chakravarty, S., Gulen, H., & Mayhew, S., 2004. Informed trading in stock and option markets. *Journal of Finance*, 59, 1235—1258.
- [11]Chan, K., Chung, Y. P., & Fong, W.—M., 2002. The informational role of stock and option volume. *Review of Financial Studies*, 15, 1049—1075.
- [12]Christensen, B., & Prabhala, N., 1998. The relation between implied and realized volatility. *Journal of Financial Economics*, 50, 125—150.
- [13]Conrad, J., Dittmar, R., & Ghysels, E., 2013. Ex—ante skewness and expected stock returns. *Journal of Finance*, 68, 85—124.
- [14]Bartram, S. M., & Bodnar, G. M., 2009. No place to hide: The global crisis in equity markets in 2008/09. *Journal of International Money and Finance*, 28, 1246—1292.
- [15]Bhattacharya, M., 1987. Price changes of related securities: The case of call options and stocks. *Journal of*

Financial and Quantitative Analysis, 22, 1—15.

[16]Cremers, M., & Weinbaum, D., 2010. Deviations from put—call parity and stock return predictability. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 45, 335—367.

[17]Day, T., & Lewis, C., 1992. Stock market volatility and the information content of stock index options. *Journal of Econometrics*, 52, 267—287.

[18]Easley, D., O'Hara, M., & Srinivas, P., 1998. Option volume and stock prices: Evidence on where informed traders trade. *Journal of Finance*, 53, 431—465.

Fleming, J., 1998. The quality of market volatility forecasts implied by S&P 100 index option prices. *Journal of Empirical Finance*, 5, 317—345.

[19]Gallant, A. R., Rossi, P. E., & Tauchen, G. E., 1992. Stock price and volume. *Review of Financial Studies*, 5, 199—242.

[20]Giot, P., 2005. Relationships between implied volatility indexes and stock index returns. *Journal of Portfolio Management*, 26, 12—17.

[21]Guo, H., & Whitelaw, R. F., 2006. Uncovering the risk—return relation in the stock market. *Journal of Finance*, 61, 1433—1463.

[22]Jiang, G. J., & Tian, Y. S., 2005. Model—free implied volatility and its information content. *Review of Financial Studies*, 18, 1305—1342.

[23]Karpoff, J. M., 1987. The relation between price changes and trading volume: A survey. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 22, 109—126.

[24]Kyle, A., 1985. Continuous auctions and insider trading. *Econometrica*, 53, 1315—1335.

[25]Lamoureux, G., & Lastrapes, W. D., 1993. Forecasting stock—return variance: Toward an understanding of stochastic implied volatilities. *Review of Financial Studies*, 6, 293—326.

[26]Manaster, S., & Rendleman, R., 1982. Option prices as predictors of equilibrium stock prices. *Journal of Finance*, 37, 1043—1057.

[27]Ni, S. X., Pan, J., & Poteshman, A. M., 2008. Volatility information trading in the option market. *Journal of Finance*, 63, 1059—1091.

[28]Pan, J., & Poteshman, A. M., 2006. The information in option volume for future stock prices. *Review of Financial Studies*, 19, 871—908.

[29]Poon, S., & 格兰杰, C. W. J., 2003. Forecasting financial market volatility: A review. *Journal of Economic Literature*, 41, 478—539.

[30]Roll, R., Schwartz, E., & Subrahmanyam, A., 2010. O/S: The relative trading activity in options and stocks. *Journal of Financial Economics*, 96, 1—17.

[31]Stephan, J., & Whaley, R., 1990. Intraday price change and trading volume relations in the stock and stock option markets. *Journal of Finance*, 45, 191—220.

[32]Whaley, R. E., 2000. The investor fear gauge. *Journal of Portfolio Management*, 26, 12—17.

[33]Xing, Y., Zhang, X., & Zhao, R., 2010. What does individual option volatility smirk tell us about future equity returns? *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 45, 641—662.

[34]Xu, X., & Taylor, S. J., 1995. Conditional volatility and the informational efficiency of the PHLX currency options markets. *Journal of Banking and Finance*, 19, 803—821.

(翻译 林鹏轩 / 责任编辑 林 帆)