

学校编码: 10384

分类号_____密级_____

学 号: 15620091151722

UDC _____

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

股指期货市场信息与股票市场波动率预测

**Stock index futures market information and stock market
volatility forecast**

兰伟明

指导教师姓名: 郑振龙 教授

专业名称: 金融工程

论文提交日期: 2012 年 4 月

论文答辩时间: 2012 年 月

学位授予日期: 2012 年 月

答辩委员会主席: _____

评 阅 人: _____

2012 年 4 月

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为()课题(组)的研究成果,获得()课题(组)经费或实验室的资助,在()实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):

年 月 日

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，
于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年 月 日

摘要

暴涨暴跌是中国股市的一大特点，同时也是一直以来困扰中国投资者的一个重大问题。正因为此，国内大量的学者和业界人士都尝试采用各种各样的方法与模型来度量或者预测股市的波动，以便能够更好的把握股市的波动，从而避免股市暴涨暴跌带来的损失。

但是，波动率本身是无法直接观测的，目前关于波动率的预测或者估计模型，主要是基于历史波动率和期权隐含波动率。与此同时，也有大量研究表明交易量和波动率之间也存在着很紧密的联系。本文正是基于波动率和交易量之间的关系，希望通过这一关系提高对于股票市场波动率的预测。同时，中国在 2010 年 4 月 16 日推出了自己的股指期货，而股指期货由于种种制度安排，包括保证金交易、允许卖空等，使得它相对于股票市场对于信息的反映更具有优势。本文利用股指期货市场的信息优势，将股指期货市场的交易信息加入到 EGARCH 模型中，来改进对于股票市场波动率的预测。

本文首先通过格兰杰因果检验法，发现股指期货市场和现货市场之间存在着紧密的信息联系，而且股指期货市场对于信息的反映略具优势。随后笔者构造了股指期货异常净交易量和股指期货已实现波动率两个指标，并将它们加入到 EGARCH(1,1)模型中。经过样本内和样本外的双重检验，发现这些股指期货市场的信息能够用来辅助沪深 300 指数波动率的预测，经股指期货行情信息改进的 EGARCH(1,1)模型在预测沪深 300 指数的波动率时优于原始的 EGARCH(1,1)模型。

文章最后考虑了股指期货上市初期噪音较大的影响，以及考虑了不同的波动率代理变量来进行样本外预测，检验结果都是稳健的，也即股指期货市场的信息能够用来辅助股票市场波动率的预测。

关键词：波动率；量价关系；EGARCH

Abstract

The spike is a major feature of the Chinese stock market, and also has been troubled by Chinese investors. For this reason, a large number of academics and professional investors have tried a variety of methods and models to measure or predict stock market fluctuations, in order to be able to better grasp the volatility of the stock market, thus avoiding the loss of the rises and falls.

But the volatility itself is not directly observable, volatility prediction or estimation model are mainly based on historical volatility and options implied volatility. At the same time, there are a large number of studies have shown that there are also very close links between trading volume and price volatility. This paper is based on the relationship between volatility and trading volume, and hope that through this relationship to improve the prediction of stock market volatility. Also, in the April 16, 2010, China launched its own stock index futures, stock index futures due to various institutional arrangements, including margin trading and allow short selling, make it outperform the stock market in response to information. This article uses the information advantage of the stock index futures market, add its trading information to the EGARCH model to improve forecasts of stock market volatility.

In this paper I use the Granger causality test and find out there are close information linkages between stock index futures market and spot market, and stock index futures market plays a more important role. Then I constructs abnormal net trading volume of stock index futures market and stock index futures realized volatility, and add them to the EGARCH (1,1) model, through the in-sample and out-of-sample Empirical. I found that the stock index futures market information can be assisted CSI300 index volatility forecasting, stock index futures market information can be used to improve the EGARCH(1,1)

model in forecasting the volatility of the CSI300 Index which is superior to the original EGARCH(1,1) model.

Considering the effect of the stock index futures initial listing and other volatility proxy variable, the empirical results are robust, thus stock index futures market can be used to assist the stock market volatility forecasts.

Key words: Volatility; Volume-Price Relationship; EGARCH

目录

第一章 引言	1
1.1 研究背景及意义	1
1.2 研究内容与方法	4
1.3 本文主要贡献	4
1.4 文章结构	5
第二章 文献综述	7
2.1 ARCH 类模型	7
2.2 量价关系	8
2.2.1 交易量和波动率理论模型.....	8
2.2.2 交易量与波动率的关系.....	10
2.2.3 交易量与波动率的预测.....	11
2.2.4 国内量价关系的研究.....	12
2.3 国内关于跨股指期货和现货的研究	13
第三章 模型与方法	15
3.1 研究思路	15
3.2 格兰杰因果检验	16
3.3 实证模型	16
3.4 Mincer-Zarnowitz 回归方程	19
第四章 样本与数据	20
4.1 数据说明	20
4.2 股指期货和股票市场走势分析	23
4.2.1 股指期货和股票市场走势.....	23
4.2.2 股指期货和股票市场日内走势描述.....	26
第五章 实证结果	28

5.1 股指期货市场和股票市场之间信息传递.....	28
5.2 股指期货行情信息与股票市场波动率预测.....	29
5.3 模型样本外预测.....	32
5.3.1 单变量回归.....	33
5.3.2 双变量回归.....	34
第六章 稳健性检验.....	35
6.1 股指期货上市初期的影响.....	35
6.2 已实现波动率.....	37
6.2.1 已实现极差波动率.....	37
6.2.2 Alizadeh 已实现波动率.....	38
第七章 结论与展望.....	39
7.1 结论.....	39
7.2 研究展望.....	39
参考文献.....	41
致 谢.....	45

Content

1 introduction	1
1.1 Research background and significance.....	1
1.2 Content and methods.....	4
1.3 The main contribution of this paper	4
1.4 The construction of this paper	5
2 Litrature Review	7
2.1 ARCH model	7
2.2 Volume-Price relationship research.....	8
2.2.1 Volume-Price relationship theory	8
2.2.2 The relationship of volume and volatility	10
2.2.3 Volume and volatility forecast.....	11
2.2.4 Volume-Price relationship research in China	12
2.3 Other research between stock index futures and spot in China	13
3 models and methods	15
3.1 Research ideas	15
3.2 Granger causality test.....	16
3.3 Empirical model.....	16
3.4 Mincer-Zarnowitz regression equation	19
4 Samples and data.....	20
4.1 Data Statistics	20
4.2 Trend analysis of stock index futures and stock market.....	23
4.2.1 Stock index futures and stock market trend	23
4.2.2 Intraday trend analysis of Stock index futures and stock market	26
5 empirical results.....	28
5.1 Information transmission between stock index futures and stock	

markets	28
5.2 Stock index futures market information and stock market volatility	
forecast	29
5.3 Out-of-sample forecast	32
5.3.1 Univariate Test.....	33
5.3.2 Bivariate Test.....	34
6 Robustness Test	35
6.1 The impact of the beginning of Stock index futures	35
6.2 Realized Volatility	37
6.2.1 Realized range-based volatility.....	37
6.2.2 Alizadeh Realized Volatility.....	38
7 Conclusions and Outlook	39
7.1 Conclusions	39
7.2 Outlook	39
Reference	41
Acknowledgements	45

第一章 引言

1.1 研究背景及意义

波动率是金融学术界和实务界一个非常重要的参数，无论在资产定价、风险管理、货币政策的制定还是投资组合管理都有着广泛的运用。特别是在中国股票市场上，市场波幅很大（如表 1 所示）。在这样一个投机气氛浓、各种制度善待健全的股票市场，准确把握股票市场的波动率显得更加重要。然而，波动率是无法直接观测的，所以如何对其进行度量和预测一直以来都是学术界和实务界的热点问题。

表 1 上证综合指数 21 年的运行情况

起止日期	起止点位	涨跌幅度
1991 年 05 月 31 日-1992 年 05 月 29 日	113 点-1429 点	1264.60%
1992 年 05 月 29 日-1992 年 11 月 30 日	1429 点-385.85 点	-73.00%
1992 年 11 月 30 日-1993 年 02 月 26 日	385.85 点-1558.95 点	404.03%
1993 年 02 月 26 日-1994 年 07 月 29 日	1558.95 点-325.89 点	-79.10%
1994 年 07 月 29 日-1997 年 05 月 30 日	325.89 点-1510.18 点	463.40%
1997 年 05 月 30 日-1999 年 05 月 31 日	1510.18 点-1047.83 点	-30.62%
1999 年 05 月 31 日-2001 年 06 月 29 日	1047.83 点-2245.43 点	214.29%
2001 年 06 月 29 日-2005 年 06 月 30 日	2245.43 点-998.23 点	-55.54%
2005 年 06 月 30 日-2007 年 10 月 16 日	998.23 点-6124.04 点	613.49%
2007 年 10 月 16 日-2008 年 10 月 28 日	6124.04 点-1604.93 点	-73.79%
2008 年 10 月 28 日-2009 年 08 月 04 日	1604.93 点-3478.01 点	216.71%
2009 年 08 月 04 日-2011 年 12 月 28 日	3478.01 点-2134.02 点	-38.64%

目前，波动率的估计或预测模型主要是两大类：

(1) 基于历史的波动率，如在金融中最常用到的 ARCH 族模型族、随机波动率模型（SV 模型）¹及已实现波动率。Engle（1982）^[1]在研究通

¹如果随机波动率模型的参数是用期权价格估计得到的，则不属于历史波动率模型。

货膨胀的时变性时提出的自回归条件异方差（auto-regressive conditional heteroskedasticity, ARCH）模型，为探究波动的异方差性做出了突出的贡献。Engle 的学生 Bollerslev (1986)^[2]提出的广义自回归异方差（GARCH）模型以及随后发展出的各种 ARCH 类模型，由于参数估计相对简单并且能成功地描述波动率的异方差性以及波动率聚集的特征而被广泛运用。许多理论和实证研究都表明 ARCH 类模型能够在一定程度上拟合金融资产序列的价格波动，本文正是基于这一特点，通过 ARCH 类模型来进行实证检验。

（2）期权的隐含波动率，即根据市场上各种期权的价格来倒推出投资者对市场未来波动率的预期。期权隐含波动率的优点在于它是市场价格自身隐含的波动率，集中反映了市场上总的观点。而且隐含波动率是市场对未来波动率的预期，这使得隐含波动率有它得天独厚的优势。然而，从理论上说，从期权价格中提取的隐含波动率，无论采用何种方法，都是风险中性测度下的市场对未来波动率的预期，这等于要求市场参与者较为理性，投资者对未来的理性预期能够客观的在市场价格反映出来。否则，期权价格中就会包含各种噪音，通过期权价格提取出的隐含波动率就难以准确预测市场未来的波动率。因此尽管隐含波动率具有诸多的优点，描述现实市场波动的历史波动率和已实现波动率仍然是必不可少的。同时，在还不存在期权产品，而权证市场也已经消失的中国资本市场，想通过期权市场来预测中国股市的波动率，显然缺少了必要的条件。

然而，在学者进行这两类关于波动率的估计和预测模型研究的同时，还有大量研究表明，交易量和波动率也存在着千丝万缕的联系。华尔街有句谚语：“价走量先行(It takes volume to make price move)”，充分揭示了交易量与绝对价格变动的关系。华尔街另外一句有名的格言“先见天量后见天价，地量之后有地价（volume is relatively heavy in bull markets and light in bear markets）”同样说明了交易量在股票市场中占据着非常重要的地位。在股票市场上，市场对信息流的反应导致了股票价格的变化。当市场处于相对平静的时候，股票交易不活跃，交易量和股价波动都小。当新的利多或者利空消息到达市场，交易将会活跃起来，表现为交易量增大以及股价

波动加剧，“价走量先行”正是说明了这样一个道理。市场价格的变动都必须有交易量的配合，交易量是价格的先行指标，是衡量市场的温度计。正是基于此，许多学者把交易量作为信息到达率的一个代理变量，用来研究交易量对股票收益率的影响。但是很少有学者研究利用交易量的信息来辅助对波动率进行预测。特别的，利用衍生品市场的交易量信息来对现货市场的波动率进行预测的相关研究更少。

2010年4月16日，中国金融期货交易所正式推出中国真正意义上的股指期货，从此中国资本市场有了属于自己的股指期货。股指期货市场，被誉为资本市场的“稳定剂”和“助推剂”。它具有高杠杆、低成本、允许卖空等制度优势，吸引了大量专业的投资者在其中，使得这个市场对于信息的反映能力非常强。具体来讲，相对于股票市场，中国股指期货市场至少有以下几个优势：

(1) 允许卖空，而且卖空很方便，股票融券交易也可以卖空，但难度相对较大；

(2) 期货合约是保证金交易，投资者只要支付合约金额的一部分用于每日结算，也即给投资者提供一个杠杆效应，从而起到以小博大的效果；

(3) 股指期货实行 T+0 交易，市场流动性要好于股票市场。2011年，中国股指期货的交易额达到 43.7 万亿元，而 2011 年中国的 GDP 规模为 47.16 万亿，沪市的股票成交额约为 23.7 万亿元，深市的股票成交额约为 18.6 万亿；可见股指期货的总交易额已经超过沪深两市股票成交总额，与 GDP 相比也只是少了 3.46 万亿，这充分说明了股指期货市场良好的流动性水平。

本文正是基于股指期货市场相对于股票市场的以上特性，以及大量学者对于交易量和波动率之间的研究结果，来研究股指期货市场的行情信息在现货市场波动率预测中的作用。

通过研究如何更好的预测现货市场的波动率，将有助于投资者的投资活动，使得他们更好的避免市场剧烈波动带来的损失。同时随着股指期货市场的推出以及随后各种衍生品市场的推出，中国的量化交易也将开始步入高速发现的轨道，而研究日内的波动率预测，无疑是量化投资策略研究

中的重要一环。

另外，通过研究股指期货市场和现货市场之间的这种信息传递关系，可以揭示市场信息流的到达速率、市场信息的扩散、消化和传播方式及市场价格对市场信息的反映程度等重要内容，从而可以更好的了解市场的微观结构，为将来新市场制度建设提供借鉴。

1.2 研究内容与方法

本文首先采用格兰杰因果检验法对股指期货市场和股票市场两个市场之间的信息联系进行了检验，发现两市场之间存在紧密的日内信息联系，而且股指期货市场略占信息优势；随后构造了股指期货异常净交易量和股指期货已实现波动率两个指标，将它们加入到 EGARCH (1,1) 模型中，并通过八个 EGARCH 模型来比较这些变量的重要性。紧接着文章采用各种统计指标以及 Mincer-Zarnowitz 回归方程比较了各模型样本内和样本外的表现，发现股指期货的市场信息能够用来辅助沪深 300 指数波动率的预测，经股指期货行情信息改进的 EGARCH 模型在预测沪深 300 指数的波动率时优于原始的 EGARCH 模型。这个结果也同时说明，股指期货市场与股票市场存在紧密的信息联系，而且股指期货市场在其中扮演了很重要的角色。

1.3 本文主要贡献

本文的主要贡献在于：

(1) 通过利用股指期货市场的行情信息，来辅助预测股票市场的波动率。尽管有很多文献研究如何改进波动率动态预测模型，但是很少有文献研究是否可以根据股指期货市场与股票市场之间的紧密联系，利用股指期货市场的行情信息来辅助对于现货市场波动率的预测。

(2) 利用股指期货市场和股票市场之间的跨市场的量价关系来改进对于股票市场波动率的预测，这在国内的文献是少有的。金融市场中的量价关系是指资产价格的波动与交易量之间的关系。研究金融市场量价关系对

于深刻理解市场微观结构中的价格传导机制有着重要作用，因而一直是金融领域研究的热点。对交易量和价格波动之间关系的研究能帮助我们深入分析金融市场的运行机制、金融市场微观结构。而横跨股指期货市场和现货市场的研究更是有助于深刻的理解两个市场之间的联系。通过研究股指期货和现货市场之间的量价关系，并将该关系用来辅助现货市场的波动率预测，这一方面有助于利用股指期货市场的信息优势；同时也有助于理解中国股指期货市场和现货市场之间的内在联系机制。

(3) 目前现存的很多关于波动率建模的文章，主要是根据一段样本期，然后通过各种统计指标来研究各种模型在这段样本期内的拟合效果，但是很少有文章对这些模型的样本外预测进行检验。本文在比较各种模型时，不仅采用样本内各统计指标进行比较各，还对这些模型在样本外的预测效果进行比较，从而得到在样本内外表现都较优的模型。

(4) 本文在使用期货市场交易量时，采用的不是原始的交易量，也不是通常方法构造的预期的交易量和非预期的交易量，而是结合市场微观结构相关理论，借鉴 Kalok Chan(2000)^[3]和 Jun Pan (2006)^[4]的方法，根据日内的成交情况，构造出一个股指期货异常净交易量来反映股指期货市场交易量中包含的异常信息。通过检验发现这个变量包含了未来现货市场波动情况的一些信息，能够用于改进现货市场波动率的预测。

1.4 文章结构

结合本文的研究思路，本文接下来主体结构分成以下几个部分：

第二章是文献综述，主要是介绍了 ARCH 类模型在波动率预测上的运用、量价关系方面的研究文献以及国内关于横跨股指期货市场和现货市场的研究情况。第三章是模型与方法，主要是介绍文章的研究思路以及实证中用到的模型和方法。第四章是样本与数据。第五章是文章的实证部分，首先通过格兰杰因果检验的方法检验股指期货市场和现货市场之间的信息传递关系。随后通过将股指期货行情信息（股指期货异常净交易量和股指期货市场已实现波动率）加入到传统的 EGARCH (1,1) 模型中，用来拟合

现货市场的波动率，并通过样本内各计量指标和样本外回归检验各模型的效果。第六章稳健性检验。第七章结论与展望，给出文章的结论以及研究展望。

第二章 文献综述

2.1 ARCH 类模型

由于国外的资本市场发展较早，国外学者对资本市场的研究，尤其是对股票市场波动率的研究已经有了较长时间。大量研究表明股票收益的波动往往具有一些典型的特征，比如波动的聚集性、持续性、时变性（异方差性）以及收益率分布的尖峰肥尾等等。Engle(1982)^[1]在研究通货膨胀的时变性时提出自回归异方差（ARCH）模型，为分析波动率的异方差性做出了突出的贡献。Bollerslev(1986)^[2]推广了他的工作，提出了广义的自回归异方差（GARCH）模型。尽管它们都能成功地描述波动率的异方差性以及波动率聚集的特征，但是却无法反映正负冲击对波动率的不同影响，即所谓的“杠杆效应”。为了克服(G)ARCH 模型的这一不足，Nelson(1991)^[5]提出了指数 GARCH（Exponential GARCH）模型，它可以用来反映正负冲击对波动的非对称性影响，因此通常称 EGARCH 模型为非对称或非线性 GARCH 模型。大量研究认为 EGARCH 往往表现出更好的拟合效果。McAleer (2007)^[6]对多个国家的股票市场进行研究，结果表明 EGARCH 比 GJR 更具有普遍适用性。Heyen (1994)^[7]、Chong (1999)^[8]、Loudon (2000)^[9]的研究也都证明 EGARCH 模型的优越性。

同时，大量实证分析表明金融资产的收益率分布往往表现出尖峰肥尾。因此一些学者试图用其它分布代替正态分布，以便更好地反映收益率分布的特征。例如 Bollerslev(1987)^[10]发现学生-t 分布可以很好地反映肥尾现象；Nelson(1991)^[5]证明在广义误差分布的假定下 EGARCH 模型表现出较佳的拟合效果。Harvey(2001)^[11]、Li(2002)^[12]认为收益与波动的关系与条件方差的描述有关。Wilhelmsson(2006)^[13]利用 9 种不同的分布对 S&P500 指数的波动性进行估计，结果证明尖峰态的误差分布有助于提高预测水平。Curto (2009)^[14]采用不同分布下的 GARCH 模型分析了美国道琼斯工业平均指数、

葡萄牙 PSI20 指数以及德国 DAX 指数的波动性, 结果表明学生-t 分布效果较好。

国内学者对于金融市场波动性特征的研究也越来越多, 有很多学者通过 GARCH 族模型对我国股票市场的波动率进行了研究, 并获得了一些有意义的结论。刘国旗(2000)^[15]从模型的模拟能力和预测能力双重角度比较了线性 GARCH 和非线性 GARCH 模型, 结果表明非线性 GARCH 模型拟合效果较好。陈千里(2002)^[16]对上证指数波动的不对称性进行研究, 表明其存在明显的非对称性。魏宇(2008)^[17]、袁康安(2009)^[18]的研究结果也表明用非线性 GARCH 模型解释中国股票市场的效果要好于线性 GARCH 模型。周林(2009)^[19]、梁锐和温乐(2009)^[20]的研究也都发现 EGARCH 模型在反映对称性时具有较好的拟合效果。

2.2 量价关系

2.2.1 交易量和波动率理论模型

在大量学者提出各种模型预测波动率的同时, 也有相当一部分学者在研究交易量和波动率之间的关系。国外对金融市场量价关系的研究可以追溯到 Osborn(1959)^[21], 他用扩散过程来模拟股票价格的变化, 发现其方差会受到交易的次数(number of transactions)的影响。后来的研究者从各个角度对交易量与价格变动的关系进行了全方位的研究。Marilyn、Robert(1999)^[22]对市场微观结构中的量价关系理论总结成了四类: (1) 信息理论模型(information theories)。该模型认为信息流是决定交易量和价格波动的共同动力因素; (2) 交易理论模型(trading theories)。模型认为交易者总是喜欢在市场非常活跃时进行交易, 因此交易与价格波动表现出一定的集群性; (3) 信息非对称模型。模型认为交易者之间的信息不对称引起交易, 股票价格的波动是由交易者对股票价格认识不一致造成的; (4) 理念分散模型(dispersion beliefs)。该模型认为交易者对市场信息的估价越分散, 引起交易量和价格波动越大。

目前更被大多数人所接受的理论是信息理论模型，它主要包括混合分布假说模型(Mixture Distribution Hypothesis(MDH))、信息顺序到达模型(Sequential arrival of information (SAI))和噪声交易理性预期均衡模型(A framework in noisy rational expectation equilibrium)。

(1)混合分布假说(MDH)由 Clark (1973)^[23]首次提出，该模型从资产价格波动的分布特征来解释波动性与交易量的正相关性。它认为金融资产的价格变化表现为互不相关、不对称且呈现尖峰肥尾的分布，这种尖峰肥尾的形态是因为每日价格波动序列可看作来自不同方差的分布集，即“混合分布”。根据 MDH，金融资产的价格变动和交易量都是由一个潜在的不可观测的变量共同决定，这个共同变量大多被认为是信息流。当新的信息流进入市场时，将同时造成价格和交易量的变动。在信息流的作用下，市场原有的供需平衡被打破，引起价格的波动。在价格波动过程中，交易同步进行，价格和交易量对新信息的反映是瞬时而且同步的。无论价格波动的方向如何，交易量都会随着价格波动的加剧而增加，因而价格波动和交易量之间呈现正相关关系。

Tauchen、Pitts(1983)^[24]把交易量作为内生变量，将 Clark 的单变量混合模型发展为二元混合模型。Andersen(1996)^[25]首次将混合分布模型与市场微观结构理论结合起来，提出了修正混合分布模型(MMM)。Liesenfeld(2001)^[26]对二元混合模型进行了扩展，提出了广义二元混合模型 (Generalized bivariate mixture model)。它认为市场信息和交易者对于市场信息的敏感性是价格波动产生的主要因素。交易量主要是由信息到达过程决定的；信息到达过程影响短期的价格波动，而投资者对信息的敏感度则影响波动的长期动态特征。

(2)信息顺序到达模型 (SAI) 由 Copeland(1976)^[27]首次提出。该假说认为市场信息是分步逐渐向外扩散的，在市场信息不断传递的过程中，引起价格波动和交易量的变化，随着新信息的不断增多，价格波动和交易量同步增大。根据 SAI，由于信息是逐步向外扩散的，市场在取得最终完全均衡之前，存在一系列价格和交易量的中间平衡点。交易者分步得到信息，当

所有交易者得到有关信息后，市场才能达到最终均衡。价格的绝对变化和交易量之间存在着双向引导关系，因此绝对价格波动的历史信息将有助于预测未来的交易量水平，同样交易量的历史信息也有助于预测未来绝对价格波动。

Jennings(1981)^[28]、Morse(1980)^[29]及 Karpoff(1985)^[30]对 Copeland 的模型进行了扩展，融入了现实市场中保证金约束和卖空交易行为。Karpoff 指出昂贵的卖空成本限制了一些投资者对信息做出反应，导致价格变化和交易量正相关。Jenning and Barry(1983)^[31]允许信息交易者投机行为的存在，将信息顺序到达模型进一步向外拓展。投机行为使价格调整能更快的反映新信息，但投机行为对交易量的影响不明显。

(3)Admati and Pfleiderer(1988)^[32] 对市场信息进行了扩展，建立了噪声交易理性预期均衡模型理论框架（A framework in Noisy rational expectation equilibrium）。由于生命周期交易（life-cycle trading）引入噪声的影响，使得市场在达到理性预期均衡时，投机者的私有信息并没能完全被市场价格所反映，随着私有信息的逐渐消化，投机交易量增加，这种交易量与价格变动的绝对值无关。该模型假设交易者拥有的信息和个人的投资机会都是不同的，并且交易者无论是否拥有信息都是理性交易者。投资者之间的异质产生了不同的交易行为和量价动态关系，成交量为市场中资产的定价传递着重要信息。当信息不对称加剧时，缺乏信息的投资者为了弥补私人信息不足所面临的风险，从信息充足的投资者手中购买股票时就会要求更低的价格。因此，成交量总是同股价的绝对变化成正比。当信息不对称程度加深时，这种正相关关系愈加明显。

2.2.2 交易量与波动率的关系

H.Bessembinder 和 P.J.Seguin(1993)^[33]通过将八个商品和金融期货市场中的交易量分成两个部分：可预测部分和不可预测部分，来研究交易量与波动率的关系，发现未预期的交易量对波动率影响很大，而且正的未预期的交易量冲击对波动率影响更大。Bong-Soo Lee(2002)^[34]研究了日本、美国

及英国之间的股票市场交易量和收益率（波动率）的动态关系，即因果关系及符号和动态关系的大小。发现交易量对收益率没有格兰杰原因，但是交易量和波动率之间在三个市场都有显著的反馈关系。在 1987 年股灾后，溢出效应更加明显，而在日本和美国开通期权后，交易量在信息传导方面的作用更加明显。Wen Fenghua (2009)^[35]发现在未预期的交易量中（去除了线性时间趋势的交易量）中存在异方差性，于是文章通过过滤掉这个异方差性从而得到无持续的交易量作为信息的代理变量，发现这个变量在解释收益率的异方差性上比未预期的交易量更好，而且这个解释力度与市场成熟度成正比。R.Ripple,I.Moosa (2009)^[36]检验了原油期货市场里到期期限、交易量、未平仓合约及波动率之间的关系，文章从两个角度进行研究：合约内(contract-by-contract)，合约序列(constructed series)；得出交易量与波动率正相关。

Kyle (1985)^[37],Admati (1988)^[38],Kalok Chan(2000)^[3]则是从市场微观结构的角度来研究交易量和波动率之间关系的深层次原因，通过研究发现，价格的波动率更多的是由于不平衡的指令流(order imbalance)引起的。在买方占优时，价格将上涨；而当卖方占主动的时候，价格将下跌。只要不平衡出现，就会带来价格的波动，不平衡程度越大，波动越大。

2.2.3 交易量与波动率的预测

国外除了研究交易量和波动率之间的关系，还有大量学者研究通过交易量来预测波动率。LAMOUREUX 和 LASTRAPES(1990)^[39]将交易量加入到 GARCH(1,1)中的方差方程，发现加入交易量后的 ARCH 项和 GARCH 项系数大都不显著并且波动率的持续效应（两系数之和）变的很小，而所有的交易量系数都很显著。并且根据模型的拟合优度，交易量解释了大部分的无条件分布的非正态性。但是文章指出只有同时期的交易量对波动率有影响，而滞后期一期的交易量对波动率的影响很小，也即说明交易量并不能用来预测波动率，他们同时指出运用当期交易量可能会出现内生性问题。M.Najand and K.Yung (1991)^[40]则是在 LAMOUREUX (1990)^[39]的基础上

研究国债期货市场，他们发现在国债期货市场滞后的交易量比同期的交易量更能解释波动率。Gong-meng Chen, M. Firth, O. M. Rui (2001)^[41]研究九个股票市场发现无论是滞后还是同期的交易量加入 GARCH 中，都没有消除波动率的持续性。这说明交易量对波动率具有一定的预测作用，但是交易量中并没有包含未来波动率的大部分信息。

Eric Girard and Rita Biswas (2007)^[42]研究了 22 个发达国家和 27 个发展中国家市场，发现将交易量分为预期和未预期到的交易量后，波动率的持续性减弱。Kalok Chan, Wai-Ming Fong (2000)^[43]检验交易次数、交易大小对于交易量和波动率关系的解释。他们发现剔除交易次数和交易大小的影响，交易量和波动率关系显著减弱。

K. Chan, Y. P. Chung, W. M. Fong (2002)^[44]使用 NYSE (纽约证券交易所) 和 CBOE (芝加哥期权交易所) 交易活跃的股票或者期权日内的指令流和价格变动来研究股票交易量和期权交易量在信息传导方面的角色。研究发现股票净交易量 (买方发起交易量减去卖方发起交易量) 对于股票和期权报价修订 (quote revisions) 具有很强的预测作用，而期权的净交易量只对期权报价修订有预测作用。

Donaldson, Kamstra (2005)^[45]比较了加入交易量的 ARCH 与期权隐含波动率在波动率预测上的效果。发现在交易量突然放大时，加入交易量的 ARCH 模型不输于期权隐含波动率。Van Le, Ralf Zurbruegg (2010)^[46]将隐含波动率和交易量加入 EGARCH，发现改进的 EGARCH 模型对波动率预测能力显著提高。

2.2.4 国内量价关系的研究

国内关于量价关系的研究，主要是集中在股票市场和商品期货市场市场内的量价关系。赵留彦和王一鸣 (2003)^[47]、史美景 (2005)^[48]的研究都发现预期的交易量对波动没有明显的解释作用，而非预期的交易量与波动正相关。华仁海和丁秀玲 (2003)^[49]却发现成交量对上证综指和深圳成指的波动不具有解释作用。唐齐鸣和刘亚清 (2008)^[50]对 A、B 股票市场进行研究发现成

交易放大会加大市场的波动性。

张莹（2009）^[51]对上海期货铜市场的交易量、价格收益及收益的波动性之间的关系进行了实证分析。结果表明，期货铜市场存在杠杆效应且正的冲击的效应更明显，但收益波动对收益率没有显著影响；交易量与绝对收益率之间存在相关关系，但是交易量的引入并没有吸收波动的持续性，它对收益波动的影响不显著。仲伟俊，刘庆富，梅姝娥（2008）^[52]发现铝、铜、橡胶、大豆和小麦期货合约正收益率和交易量对期货市场的波动具有正向影响；交易量、可预期和不可预期的交易量对期货市场波动都具有不对称的影响。

华仁海和仲伟俊(2002)^[53]采用相关分析、VAR模型和 Granger 因果检验对我国期货市场价格波动与成交量之间的关系进行了实证分析，检验结果显示交易量与绝对价格之间存在着正相关关系，但是交易量与价格波动之间没有关系。李慧如(2007)^[54]把交易量分成可预测部分和不可预测部分，并运用 Granger 因果检验和 GARCH 模型对我国大连期货价格与交易量的关系进行了实证分析，研究结果表明：绝对价格变动与交易量之间呈现线性正相关；预期交易量和不可预期交易量都不是收益率变化的 Granger 原因；交易量对期货价格波动没有较显著的影响，价格波动的持续性仍然很强。

叶德磊（2008）^[55]研究 IF0712 合约发现股指期货交易并没有增加现货市场的波动。引入股指期货交易后，使得股票市场波动对信息的不对称影响减弱了，即杠杆效应减弱了，这说明股指期货的推出提高了现货市场的效率。周仁才（2008）^[56]检验了香港期货市场交易量和股票市场波动率之间的关系。股指期货的交易并不受股指现货波动性的影响，股指现货市场的日间价格波动并没有明显增加股指期货的交易；但股指期货的交易对股指现货的波动性有影响，股指期货交易量的增加会导致现货市场日波动性的增加。

2.3 国内关于跨股指期货和现货的研究

由于我国推出股指期货不久，所以国内对于股指期货和现货之间的研

究主要是集中研究仿真交易下两个市场间的关系以及研究国外股指期货与现货市场之间的关系。

冯飞，唐伟敏（2008）^[57]研究 IF0812 合约发现，现货市场对股指期货市场存在单向的引导关系，且领先的时间不超过 15 分钟；股指期货市场对现货市场不存在引导关系。熊熊，王芳（2008）^[58]研究发现 2006 年 10 月 30 日到 2007 年 10 月 31 日我国仿真交易的沪深 300 股指期货对沪深 300 指数具有长期的价格发现功能，而这种长期的价格发现功能主要是通过股指期货价格与现货价格之间的协整关系来实现的；但是在短期内，现货指数对股指期货具有一定的价格发现功能。

邢天才、张阁（2009）^[59]通过 GARCH、TARCH、EGARCH 检验了新华富时 A50 对于中国现货市场的影响，发现股指期货的推出轻微地增大了现货市场的波动性，信息对现货市场造成的冲击更强，股指期货的推出增大了现货市场的非对称效应。李华，程晴（2006）^[60]研究了日本股指期货推出对于现货市场波动率的影响，研究发现影响不大。张维、王平、熊熊（2006）^[61]通过研究印度股票市场及其对应的指数期货市场的信息传播规律发现印度期货市场收益率与现货市场收益率之间存在双向 Granger 因果关系，但期货市场的价格发现功能具有主导作用。肖辉、吴冲锋(2004)^[62]研究了标准普尔 500 指数现货市场与期货市场收益率之间的日内互动关系，发现股指期货波动率先行于现货股指。

总之，对于量价关系的研究，无论是国外还是国内都表明，交易量和价格变动存在着显著的关系。但是由于我国资本市场发展晚于国外发达国家，这使得国内对于量价关系的研究，主要集中在股票市场或者商品期货市场，而对于股指期货市场的研究，也大多集中在国内仿真交易市场相关研究、国外股指期货推出对于现货市场的影响以及股指期货在现货市场价格发现上的作用。很少有学者研究股指期货市场与股票市场之间跨市场的量价关系，而把两个市场之间的联系运用到波动率预测中的研究则更加少。显然本文研究股指期货市场和股票市场之间的量价关系，并把它运用于现货市场波动率预测当中是一个非常有意义的尝试。

第三章 模型与方法

3.1 研究思路

由于本文研究的目的是检验股指期货市场的行情信息是否能用来辅助现货市场的波动率预测。那么首先要回答的问题，就是这两个市场之间是否存在紧密的信息联系？为此，本文首先通过格兰杰因果检验法，来验证股指期货市场和现货市场之间存在紧密的信息联系。

股指期货市场是以股票市场的股价指数为交易标的物的期货品种，它是基于股票市场衍生出来的，这使得两个市场之间有一个天然的联系。同时，股指期货市场拥有一些区别于股票市场的特性，包括高杠杆、低成本、允许卖空等，从而吸引了大量更加专业的投资者在其中，使得这个市场对于信息的反应能力非常强。通过检验股指期货市场和现货市场日内的各行情变量之间的引导关系，从而验证它们之间确实存在紧密的信息联系。

检验完两个市场之间的信息联系后，由于文章是基于量价关系理论，来研究股指期货行情信息是否能用来辅助股票市场波动率的预测。为此，采用国内外学者常用的 ARCH 类模型进行实证检验。由于在实证中发现沪深 300 指数的价格波动确实存在杠杠效应，也即沪深 300 指数价格的条件方差对正、负冲击具有不对称反应，负冲击对条件方差的影响要大于正冲击对条件方差的影响，而这是普通 GARCH 模型无法拟合的。同时由于 EGARCH 模型条件方差以对数形式出现，这暗含着 EGARCH 模型不需要对模型中的参数加任何限制，条件方差总是有意义的。因此，与普通的 GARCH 模型相比，EGARCH 有很大的灵活性，参数估计起来较方便。而后文实证检验发现 EGARCH(1,1)就已经能够很好的拟合沪深 300 指数的波动率。再加上前文文献综述中提到，国内大量学者也都发现 EGARCH 在研究国内市场时确实效果更好，所以本文采用 EGARCH (1,1) 作为基准模型，进行实证研究。

文章随后构造了股指期货异常净交易量和股指期货已实现波动率两个指标，并将它们加入到 EGARCH (1,1) 模型中，并通过八个 EGARCH 模型来比较这些变量在预测现货市场波动率方面的重要性。为了使得模型比较结果更具说服力，文章采用样本内和样本外双重检验的方法。样本内检验主要是根据一些常用的统计指标来说明模型的拟合度，而样本外检验则是根据各改进的 EGARCH 模型，滚动预测波动率，然后通过 Mincer-Zarnowitz 回归方程来检验各预测出的波动率的信息含量，从而得出哪个模型在样本外预测效果好。

基于上述研究思路，接下来详细介绍本文中将要使用的三种主要的模型或方法：格兰杰因果检验、实证模型、Mincer-Zarnowitz 回归方程。

3.2 格兰杰因果检验

为了考察序列之间的相互影响关系，本文采用格兰杰 (Granger) 因果关系检验法。格兰杰因果检验的基本原理是：检验原假设 H_0 ：一个变量不是另一个变量的格兰杰原因。假设两个平稳时间序列 $\{x_t\}$ 和 $\{y_t\}$ ，若要检验 x_t 与 y_t 的格兰杰因果关系，可以考虑下面的回归方程：

$$y_t = c + \sum_{i=1}^n \alpha_i y_{t-i} + \sum_{i=1}^n \beta_i x_{t-i}$$

其中 c 表示常数项， n 为滞后期， n 的取值通常根据 AIC、SC 信息准则进行选择。

检验的原假设 H_0 ： $\beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_n = 0$ ，即检验 x_t 的变化不是 y_t 变化的格兰杰原因。相应的备择假设 H_1 ：至少有一个 β_i ($i=1,2,\dots,n$) 不为 0，即 x_t 的变化是 y_t 变化的格兰杰原因。根据联合检验，如果 F 统计量大于相应的显著性水平的临界值，则拒绝原假设，否则接受原假设。

3.3 实证模型

本文通过在 EGARCH(1,1) 的基础上加入股指期货市场一些行情信息以

及沪深 300 市场的交易量，来检验这些市场信息对于现货市场波动率预测上的提升。使用的具体模型如下式：

$$\begin{aligned} r_t &= \mu_1 + \mu_2 r_{t-1} + \varepsilon_t \\ \varepsilon_t &= \sqrt{h_t} z_t, z_t \sim t \text{分布} \\ \ln(h_t) &= \alpha_0 + \alpha_1 |z_{t-1}| + \alpha_2 z_{t-1} + \alpha_3 \ln h_{t-1} + \beta_{\text{IF_ANV}} \text{IF_ANV}_{t-1} + \beta_{\text{HS_VOL}} \text{HS_VOL}_{t-1} + \beta_{\text{IF_RV}} \text{IF_RV}_{t-1} \end{aligned}$$

模型中 r_t 为第 t 个时段沪深 300 指数的收益率， $r_t = 100 \times \ln(p_t / p_{t-1})$ ， p_t 为 t 时段沪深 300 指数的报收价； h_{t-1} 是基于历史信息的条件方差； ε_t 为均这值方程的残差，它代表股票收益率波动率的信息； z_{t-1} 是 ε_{t-1} 的一个标准化，它代表“杠杆效应”； HS_VOL_{t-1} 代表沪深 300 指数交易量的对数值²； IF_ANV_{t-1} 代表股指期货市场的异常净交易量； IF_RV_{t-1} 则是代表了股指期货的已实现极差波动率。

模型中方差方程的股指期货异常净交易量（IF_ANV）是借鉴 Kalok Chan(2000)^[3]和 Jun Pan（2006）^[4]的方法，根据日内的成交情况，构造出来用以反映股指期货市场交易量中包含的异常信息。IF_ANV 是基于股指期货净交易量（IFNETVOL）得到的。股指期货净交易量定义为下式：

$$\text{IFNETVOL}_t = \text{abs}(\text{IF_VOL_BUY}_t - \text{IF_VOL_SELL}_t)$$

其中 IF_VOL_BUY_t 为 t 时段内买方发起的交易量，也即以卖价成交的交易量， IF_VOL_BUY 代表 t 时段多方的力量； IF_VOL_SELL_t 为 t 时段卖方发起的成交量，也即以买价成交的交易量，它代表 t 时段空方的力量。股指期货净交易量反映了市场上多空力量的对比，如果是多方占优，价格将上涨，如果是空方占优，价格将下跌，无论是何种情况都会使得价格波动加剧。同时为了去除 IFNETVOL 的日内随机趋势，本文采用 Wagner and Marsh(2005)^[63]的方法，即移动平均的思想，用本期的净交易量减去前 20³天的一个对应时段的平均值，最后得到的即为股指期货的异常净交易量

² 采用对数化，主要是为了统一各种变量的量纲。

³ 文章有检验用 10 天、30 天、40 天的均值来进行处理，发现对结果影响不大，考虑到每个月交易大致为 20 天，故这里选用 20 天的均值。

IF_ANV。

股指期货已实现波动率 IF_RV 的计算则是采用 Martens and Dijk(2007)^[64]已实现极差波动率 (RRV) 的计算方法。

$$RRV_t = \frac{1}{\lambda_\beta} \sum_{k=1}^n \tilde{r}_{t,k}^2, \quad \tilde{r}_{t,k} = \ln P_{H,t,k} - \ln P_{L,t,k}$$

其中 $P_{H,t,k}$, $P_{L,t,k}$ 分别表示第 t 个交易日第 k 个时间段内金融资产的最高价和最低价, 参数值 λ_β 根据 Gamma 函数 $\Gamma(x)$ 和 Riemann's zeta 函数 $\Delta(x)$ 来确定, 且 $\beta \geq 1$:

$$\lambda_\beta = \frac{4}{\sqrt{\pi}} \left(1 - \frac{4}{2^\beta}\right) \Gamma\left(\frac{\beta+1}{2}\right) \Delta(\beta-1)$$

从数学上可以证明, 在有效市场条件下, 当 $\beta = 2$, 也即 $\lambda_2 = 4\ln 2$ 时, 该方法也是积分波动的无偏估计量, 即:

$$RRV_t = \frac{1}{4\ln 2} \sum_{k=1}^n \tilde{r}_{t,k}^2$$

之所以采用已实现极差波动率而不是传统的已实现波动率⁴, 主要是因为传统已实现波动率使用的是单位时间间隔上的报收价, 这一价格很难准确度量单位时间间隔内的价格变化, 容易产生测量偏差。根据金融资产价格的极值理论, 通过一段时间间隔内的极大值和极小值计算的价差收益, 能够更好的估计随机游走条件下的波动率。而已实现极差波动率由于考虑了单位时间间隔上的极大值和极小值, 能够更好的估计随机游走条件下的波动率。尽管已实现极差波动率同样是基于有效市场的假设条件, 但它至少可以作为一个波动率的代理变量, 文中后续使用的沪深 300 指数已实现波动率和股指期货已实现波动率 IF_RV 一样, 也是采用这种计算方法进行计算得到的, 而本文后续实证结果也表明这一方法确有其自身的信息价值。

同时文章为了更好的比较沪深 300 指数的交易量 (HS_VOL)、股指期

⁴见 Andersen、Bollerslev (2000)^[70]已实现波动率 (realized volatility, RV), $RV_t = \sum_{k=1}^n r_{t,k}^2$

货异常净交易量、股指期货已实现波动率这三个变量的信息含量，文章通过分别将它们组合加入 EGARCH 模型中，然后根据这些模型在样本内外的表现进行比较，也即比较下面八个模型：

$$r_t = \mu_1 + \mu_2 r_{t-1} + \varepsilon_t$$

$$\varepsilon_t = \sqrt{h_t} z_t, z_t \sim t \text{分布}$$

$$(1) \ln(h_t) = \alpha_0 + \alpha_1 |z_{t-1}| + \alpha_2 z_{t-1} + \alpha_3 \ln h_{t-1}$$

$$(2) \ln(h_t) = \alpha_0 + \alpha_1 |z_{t-1}| + \alpha_2 z_{t-1} + \alpha_3 \ln h_{t-1} + \beta_{IF_RV} IF_RV_{t-1}$$

$$(3) \ln(h_t) = \alpha_0 + \alpha_1 |z_{t-1}| + \alpha_2 z_{t-1} + \alpha_3 \ln h_{t-1} + \beta_{HS_VOL} HS_VOL_{t-1}$$

$$(4) \ln(h_t) = \alpha_0 + \alpha_1 |z_{t-1}| + \alpha_2 z_{t-1} + \alpha_3 \ln h_{t-1} + \beta_{IF_ANV} IF_ANV_{t-1}$$

$$(5) \ln(h_t) = \alpha_0 + \alpha_1 |z_{t-1}| + \alpha_2 z_{t-1} + \alpha_3 \ln h_{t-1} + \beta_{IF_ANV} IF_ANV_{t-1} + \beta_{IF_RV} IF_RV_{t-1}$$

$$(6) \ln(h_t) = \alpha_0 + \alpha_1 |z_{t-1}| + \alpha_2 z_{t-1} + \alpha_3 \ln h_{t-1} + \beta_{HS_VOL} HS_VOL_{t-1} + \beta_{IF_RV} IF_RV_{t-1}$$

$$(7) \ln(h_t) = \alpha_0 + \alpha_1 |z_{t-1}| + \alpha_2 z_{t-1} + \alpha_3 \ln h_{t-1} + \beta_{IF_ANV} IF_ANV_{t-1} + \beta_{HS_VOL} HS_VOL_{t-1}$$

$$(8) \ln(h_t) = \alpha_0 + \alpha_1 |z_{t-1}| + \alpha_2 z_{t-1} + \alpha_3 \ln h_{t-1} + \beta_{IF_ANV} IF_ANV_{t-1} + \beta_{HS_VOL} HS_VOL_{t-1} + \beta_{IF_RV} IF_RV_{t-1}$$

3.4 Mincer-Zarnowitz 回归方程

Mincer-Zarnowitz 回归方程，即： $\sigma_t^2 = \alpha + \beta \hat{\sigma}_t^2 + \varepsilon_t$ ，即用波动率的预测值对波动率实际值进行回归，比较 Adj_R^2 和系数显著性水平，从而得出哪个模型对波动率的预测值信息含量高，信息含量越高，模型越好，在实际的应用中将更有效。文章中主要采用单变量和双变量回归来验证各预测波动率所包含的信息。

单变量回归，即将各种模型得到的波动率预测值分别对波动率的实际值进行回归，然后根据各回归方程的 Adj_R^2 和系数显著性水平来说明哪个模型好，单变量回归关注的是某一种波动率的预测能力和所包含的信息。

而双变量回归，即将两个需要比较的模型估计出来的波动率预测值同时对波动率的实际值进行回归，然后根据各变量的系数显著性水平，来比较不同波动率的相对重要性以及一种波动率的预测能否覆盖其他波动率的预测。

第四章 样本与数据

4.1 数据说明

沪深 300 指数是由中证指数有限公司编制并于 2005 年 4 月正式发布。该指数的基期为 2004 年 12 月 31 日，基点为 1000 点。沪深 300 指数的成分股涵盖了沪深两市交易最活跃、流通市值最大、市场影响最大的 300 只股票。推出近 7 年多来，沪深 300 指数在国内证券市场中的地位已经基本能与上证指数相媲美，并被大量的机构投资者选为业绩考核的基准。截止 2011 年年底，沪深 300 指数成分股总市值达到约 17.36 万亿元，约占全部沪深两市股票市值的 80.8%，流通市值 11.57 万亿元左右，占两市全部股票流通市值的 52%。

沪深 300 股指期货是由中国金融期货交易所于 2010 年 4 月 16 日正式推出的，以沪深 300 指数作为标的物的金融期货。沪深 300 股指期货包含四个合约：当月合约、下月合约、以及随后两个季月合约。沪深 300 股指期货的合约乘数为每点 300 元，最小变动单位为 0.2 点，最低保证金为 12%，在合约到期月份的第三个周五采用现金交割。沪深 300 股指期货交易时间比股票交易时间要长，上午从 9:15 到 11:30，下午从 13:00 到 15:15（当月合约在交割日是 15:00 收盘）。

本文实证分析采用的具体数据为：沪深 300 股票指数每 15 分钟行情数据，包括每个 15 分钟内的开盘价、收盘价、最高价、最低价以及该时段的成交量。而沪深 300 股指期货所用到的数据，除了当月合约和次月合约每个 15 分钟内的开盘价、收盘价、最高价、最低价、成交量以外，还包括这些合约在各时段内主买量（以卖价成交的交易量）和主卖量（以买价成交的交易量）。因为沪深 300 股指期货 2010 年 4 月 16 号才正式上市交易，而之前中国金融期货交易所推出的仿真交易系统，尽管通过严格资格审查、业绩奖励等方式鼓励交易者进行理性操作。但是，考虑到投资者毕竟没有

使用自己真实的资金，不必承受相应真实交易带来的损失（当然也不能获得真实交易的利润，除了领取获胜的奖品外）。同时缺乏真实的套利机制，这些种种差异使得交易者的投资行为、心理、策略与实际交易时都存在显著差异，数据实证分析的价值很低。所以本文只使用 2010 年 4 月 16 日沪深 300 股指期货正式推出以后，沪深 300 指数和沪深 300 股指期货合约的每 15 分钟行情数据，数据来源天软数据库。样本期从 2010 年 4 月 16 日到 2012 年 2 月 29 日，总共 454 个交易日。下图 1 给出了这 454 个交易日，沪深 300 指数和股指期货当月合约日行情走势图，从图 1 中很容易发现，它们两者除了股指期货推出前期偶尔会有背离外，大多数时期走势基本一致。当然考虑到股指期货的交割机制，这样的一致走势应该是预料之中。

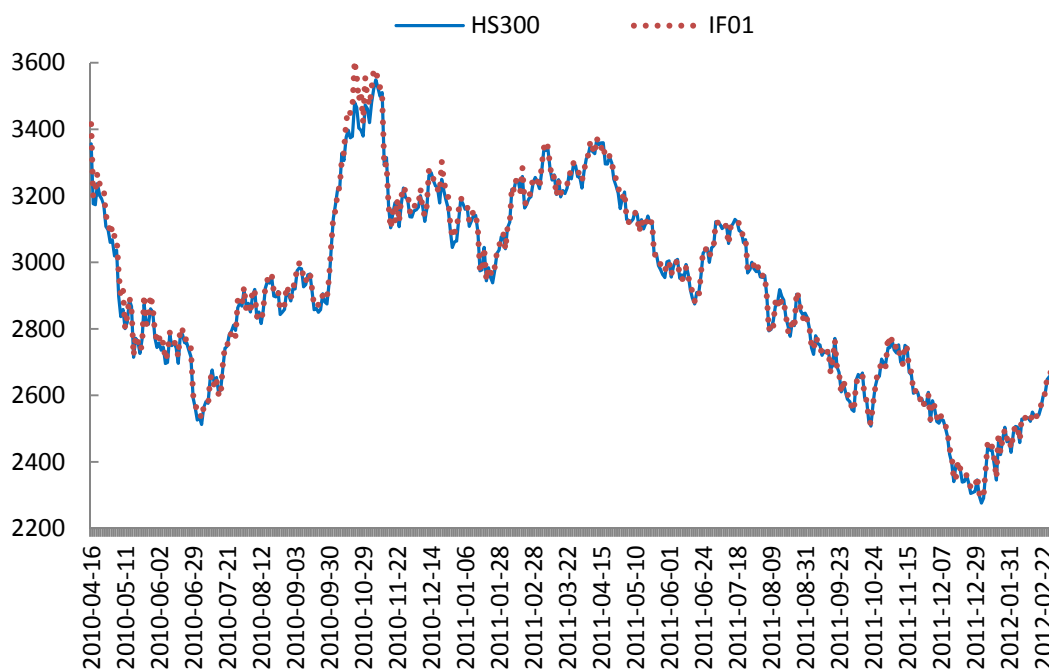


图 1 沪深 300 和股指期货当月合约走势图 单位：点

在进行日内信息优势检验以及后续波动率预测模型估计时，由于股票或者股指期货市场开盘前 15 分钟的交易主要是投资者对从昨天收盘到今天开盘这段收市时间的信息进行消化。这样在开盘前 15 分钟的交易，两个市场中的噪音很大，从而使得这段时间内无论是现货还是股指期货的价格波

动比较大。为此，笔者借鉴 Shafiqur Rahman (2002)^[65]的做法，在检验时，剔除两个市场开盘前 15 分钟的数据。同时为了使两个市场的交易时段一致，参考 Hodgsona (2006)^[66]的方法，剔除股票市场与股指期货市场交易时间不一致的样本，也就是整个样本期变为 2010 年 04 月 16 日至 2012 年 02 月 29 日总共 454 个交易日，每天从 9:45-11:30 及 13:00-15:00 共 15 个交易时段，样本总长度为 6810 个交易日。由于股指期货会到期，这样就必须采用一定的方式构造一个股指期货行情数据序列，考虑到在中国股指期货市场当月合约在合约到期日前几天，交易活跃度将明显下降，投资者大都转为交易次月合约，这就使得在交割日前几天的当月合约已经不能很好的反映投资者的信息。为了弥补由于合约到期带来的交易量大幅下降带来的影响，本文采用 Ripple and I.Moosa (2009)^[36]构造期货合约序列数据的方法，当次月合约的交易量高于当月合约的交易量时，采用次月合约的数据⁵。因为交易越是活跃的合约，其流动性越好，合约中所隐含的信息也就越多，而且受到噪音的干扰就越小，就更能真实反映股指期货市场的信息优势。

表 2 全样本各指标描述性统计

	HS_RET	HS_VOL	HS_RV	IF_RET	IF_VOL	IF_RV	IF_ANV
均值	0.001948	14.97488	0.210217	-0.005660	9.366014	0.265956	2.46E-14
中值	-0.003824	14.97050	0.185633	-0.012145	9.367729	0.226377	0.197810
最大值	2.009941	17.02636	1.364209	2.499180	10.86265	1.810371	2.957821
最小值	-1.966699	13.57373	0.028918	-1.832812	7.098376	0.045505	-8.593317
标准差	0.296667	0.503123	0.115737	0.311005	0.444419	0.154887	1.124752
偏度	0.210259	0.128247	2.136233	0.309759	-0.140370	2.244552	-1.358614
峰度	5.024282	2.874753	12.57356	7.361009	2.949696	11.85082	6.866933
Jarque-Bera	1212.905***	23.11891***	31186.13***	5505.373***	23.08188***	27946.27***	6058.774***
ADF-test	-77.55063***	-4.872029***	-11.90388***	-53.50160***	-5.760622***	-7.533473***	-15.58337***

注：***、**、*分别代表 1%、5%、10%的显著性水平

⁵如无特殊声明，下文提到的股指期货各变量，都是指经过该方法将当月合约和次月合约合并后构造出的股指期货序列数据。

上表 2 为本文所用到的两个市场的 15 分钟行情数据的描述性统计情况。其中 HS_RET_t 为沪深 300 指数第 t 个 15 分钟对数收益率， $HS_RET_t = 100 \times (\ln(p_{c,t}) - \ln(p_{c,t-1}))$ ， $p_{c,t}$ 为沪深 300 指数第 t 个时段的收盘价。同理股指期货收益率(IF_RET)也是进行同样的计算； HS_VOL_t 和 IF_VOL_t 分别为第 t 个时段沪深 300 指数和股指期货原始成交量的对数值； HS_RV 和 IF_RV 分别为按照文章第三章中提到的已实现极差波动率的计算方法进行计算得到的沪深 300 指数和股指期货市场的已实现波动率； IF_ANV 为股指期货异常净交易量。从上表 2 中，容易可以发现，除了对数交易量外，两个市场的其他行情变量的峰度都大于 2，而且偏度都不为 0，说明了都具有尖峰肥尾的特征。两个市场的对数交易量由于采用取对数处理，尖峰肥尾特征不明显。但是 Jarque-Bera 检验都显著，说明都不服从正态分布。而且所有的变量的 ADF-test 都显著，说明这些变量都是平稳的。

4.2 股指期货和股票市场走势分析

4.2.1 股指期货和股票市场走势

上一节对两个市场各变量进行了一个描述性统计，下面来看下两个市场中各种行情变量的一个走势情况，以便对这些变量能有个更直观的了解。

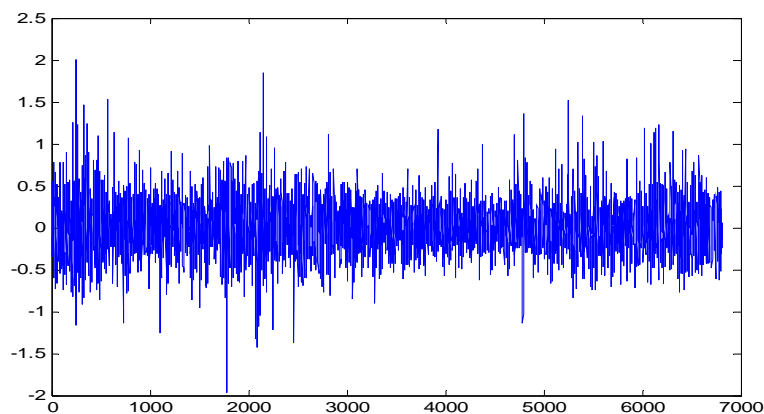


图 2 沪深 300 指数 15 分钟收益率走势

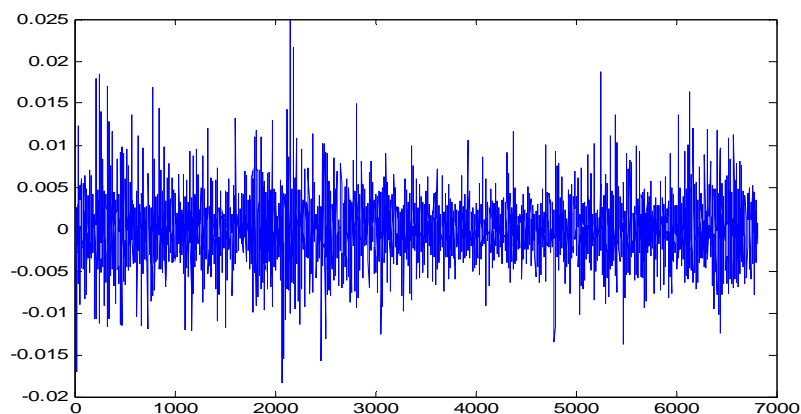


图 3 股指期货 15 分钟收益率走势

从上图 2 和图 3 沪深 300 指数 15 分钟对数收益率和股指期货 15 分钟对数收益率的走势可以发现：在一定时间间隔频率内，对数收益率在大幅波动后往往跟随着一个大幅波动，小幅波动后往往有更多的小幅波动，具有明显的波动聚集效应，这表明沪深 300 指数收益率和股指期货收益率变化的线性趋势不明显。从两个对数收益率序列的描述性统计量可以进一步验证这种非线性趋势。如上表 2 所示，沪深 300 指数对数收益率序列的偏度为 0.210259，峰度达 5.024282，股指期货对数收益率序列的偏度为 0.309759，峰度达到 7.361，都表现出尖峰肥尾特征，正态检验值 Jarque-Bera 也都远大于 0，可以确定这些序列都不服从正态分布。

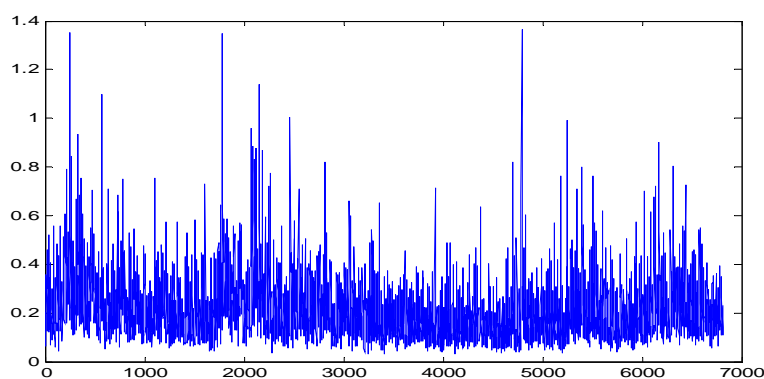


图 4 沪深 300 指数 15 分钟已实现波动率走势

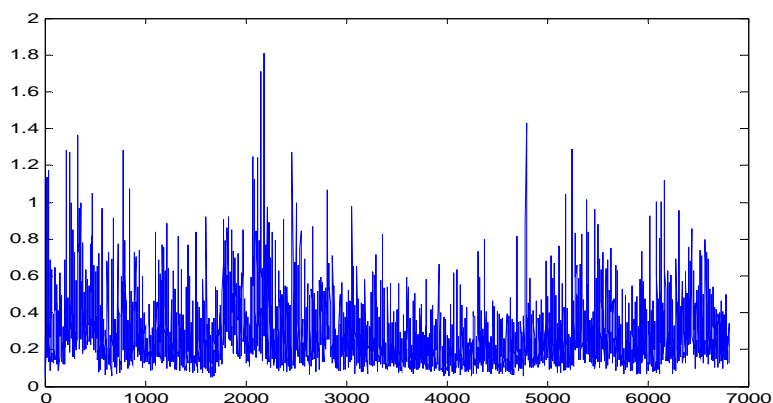


图 5 股指期货 15 分钟已实现波动率走势

通过图 4 和图 5 关于沪深 300 指数和股指期货已实现波动率走势更能明显的发现，它们的波动都具有聚集性，在大幅波动后往往跟随着一个大幅波动，小幅波动后往往有更多的小幅波动，这也为后续使用 ARCH 类模型来拟合波动率提供一定的佐证。

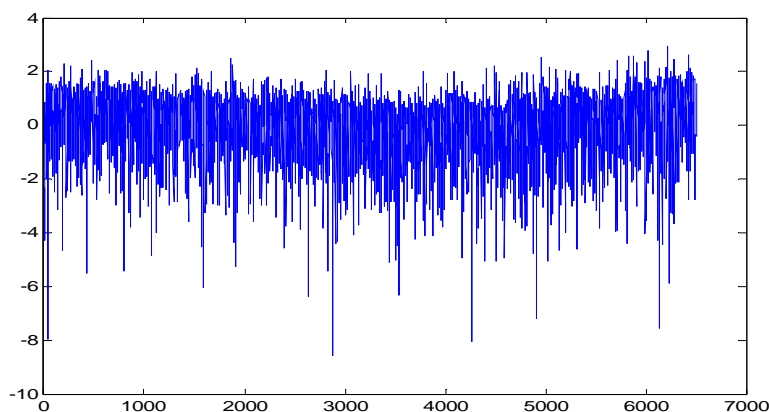


图 6 股指期货异常净交易量 IF_ANV 走势

上图 6 关于股指期货异常净交易量 IF_ANV 走势，通过表 2 中关于该变量的描述性统计，偏度为-1.358614，峰度达 6.866933，该变量也是尖峰肥尾。Jarque-Bera 检验和 ADF-test 表明它不服从正态分布，同时是一个平稳的序列。

4.2.2 股指期货和股票市场日内走势描述

上一小节给出了两个市场收益率序列和已实现波动率序列的走势，下面来看下两个市场日内各变量的平均走势情况，这些日内变量都是根据样本内各变量对应时间的值进行简单平均得到。图 7 和图 8 为沪深 300 指数日内的平均交易量和已实现波动率的走势，容易发现沪深 300 指数的交易量呈现很明显的“U 型”，在股市开盘和收盘时交易量很高，而在中间交易时段交易量相对较低，中午收盘前交易量最低，而下午开盘后交易量开始回升。而沪深 300 指数的隐含波动率的走势则相对不规则些，在早盘开市的时候，波动比较大，随后波动不断变小，直到中午收盘前达到低点，下午开盘后波动开始加大，并在收盘前半个小时左右达到下午波动的高峰期。

而反观图 9 和图 10 关于股指期货市场，交易量和波动率都不是通常所说的“U 型”，而更像是一个“M 型”。在上午十一点左右价格波动和交易量都较大，中午收盘前价格波动和交易量较小。而在下午开盘后，价格波动和交易量都逐步扩大，并与股票市场一样在下午两点半左右，交易量和价格波动达到下午的最高峰。从这些图走势来看，沪深 300 指数的已实现波动率似乎与股指期货交易量和已实现波动率的走势更一致，这似乎暗含着它们之间存在一定的联系。

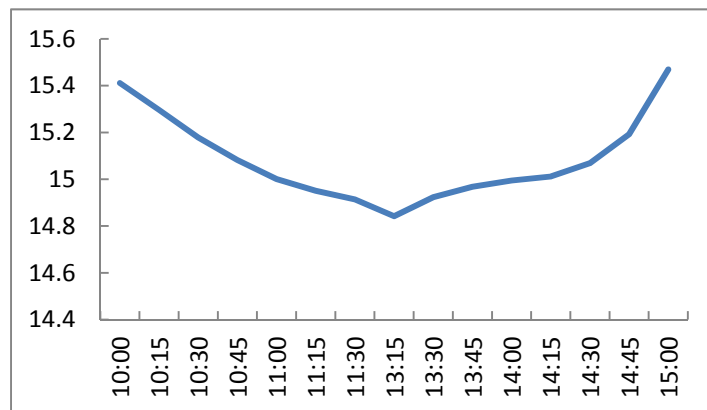


图 7 沪深 300 指数日内平均交易量

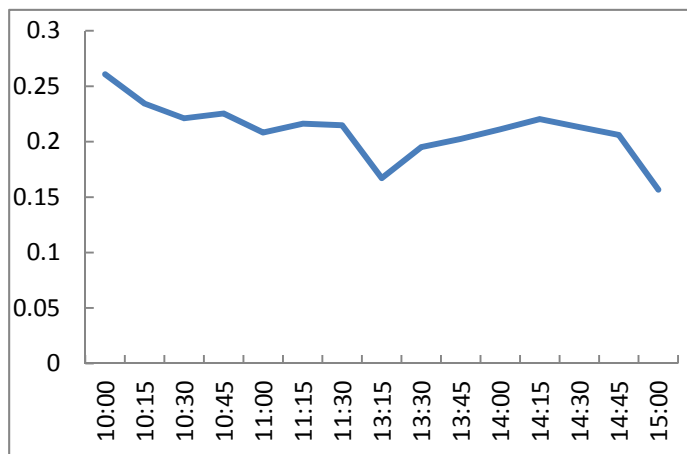


图 8 沪深 300 指数日内平均已实现波动率

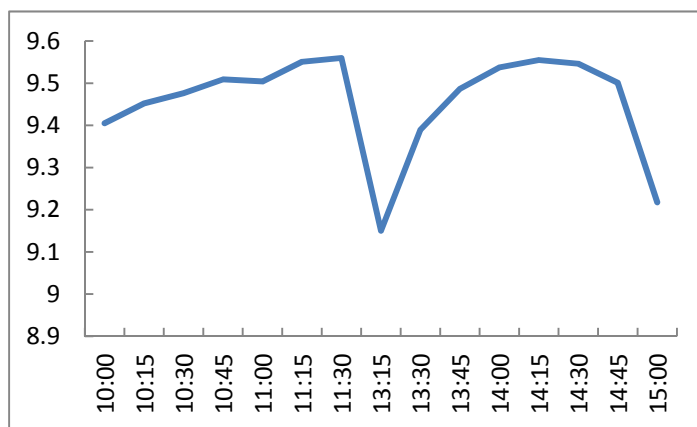


图 9 股指期货日内平均交易量

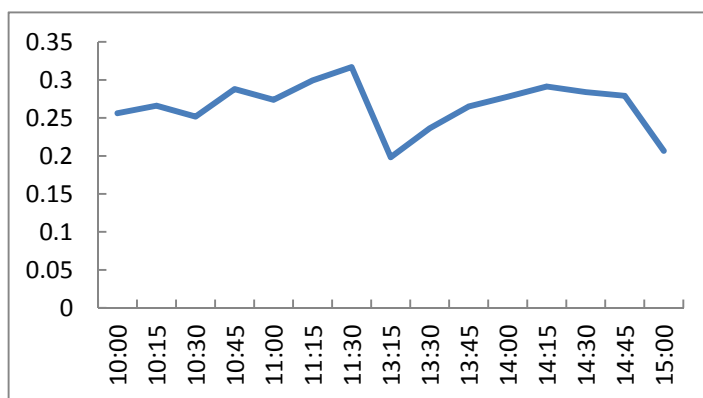


图 10 股指期货日内平均已实现波动率

第五章 实证结果

5.1 股指期货市场和股票市场之间信息传递

上一章对本文实证用到的数据进行了简单的介绍，本节将基于股指期货和股票市场 15 分钟高频数据进行分析。主要是采用格兰杰因果检验方法，检验股指期货市场和现货市场之间存在着紧密的信息联系。

根据表 2 中对于两个市场数据的 ADF-test 检验结果都是显著的，说明这些行情序列都是平稳的，满足格兰杰因果检验的条件，可以进行格兰杰因果检验。下面同样采用格兰杰因果检验来检验在两个市场之间的日内关系，各滞后项采用 AIC 准则进行确定，具体检验结果如下表 3：

表 3 股指期货市场与现货市场日内关系格兰杰因果检验的结果

原假设	Obs	F-Statistic	Prob.
IF_RET 不是 HS_RET 的格兰杰原因	6805	37.8260***	2.E-38
HS_RET 不是 IF_RET 的格兰杰原因		2.69688**	0.0193
IF_RET 不是 HS_RV 的格兰杰原因	6803	18.0273***	7.E-24
HS_RV 不是 IF_RET 的格兰杰原因		0.79963	0.5875
IF_RET 不是 HS_VOL 的格兰杰原因	6802	2.49302**	0.0106
HS_VOL 不是 IF_RET 的格兰杰原因		0.54765	0.8211
IF_RV 不是 HS_RET 的格兰杰原因	6803	2.79780***	0.0066
HS_RET 不是 IF_RV 的格兰杰原因		7.19227***	1.E-08
IF_RV 不是 HS_RV 的格兰杰原因	6802	4.24465***	4.E-05
HS_RV 不是 IF_RV 的格兰杰原因		8.42494***	2.E-11
IF_RV 不是 HS_VOL 的格兰杰原因	6802	12.2316***	2.E-17
HS_VOL 不是 IF_RV 的格兰杰原因		4.68607***	1.E-05
IF_VOL 不是 HS_RET 的格兰杰原因	6802	2.27688**	0.0198
HS_RET 不是 IF_VOL 的格兰杰原因		8.67931***	7.E-12
IF_VOL 不是 HS_RV 的格兰杰原因	6804	4.36765***	0.0002
HS_RV 不是 IF_VOL 的格兰杰原因		9.69074***	1.E-10
IF_VOL 不是 HS_VOL 的格兰杰原因	6802	39.2245***	1.E-61
HS_VOL 不是 IF_VOL 的格兰杰原因		13.4686***	2.E-19

注：***、**、*分别代表 1%、5%、10%的显著性水平

从上表 3 格兰杰因果检验的结果, 容易发现: 股指期货市场和股票现货市场存在着紧密的信息联系, 除了现货各行情变量与股指期货收益率之间, 其他变量格兰杰因果检验都很显著。股票市场的交易量、已实现波动率都不是股指期货收益率的格兰杰原因, 可能的解释是股指期货由于买卖都非常方便, 这使得价格调整相对更加迅速, 而且沪深 300 指数价格可能存在显示迟滞效应、指数成分股交易迟滞效应和买卖差价效应等技术因素的影响。无论如何, 表 3 中两个市场之间各变量之间的格兰杰因果检验结果, 还是能说明两个市场之间存在非常紧密的信息联系。而且仔细分析检验结果中的 F 统计量, 发现股指期货市场在两者联系中略占主导优势。既然两个市场之间存在着紧密的联系, 那么是否可以利用股指期货市场的相关信息来预测股票市场的波动率呢? 在下文中, 将通过引入期货市场信息的 EGARCH 模型进行验证。

5.2 股指期货行情信息与股票市场波动率预测

上面一节主要通过格兰杰因果检验法验证了股指期货市场和现货市场之间存在着紧密的信息联系。下面开始通过股指期货市场的行情数据来改进 EGARCH 模型, 检验股指期货行情信息在股票市场波动率预测上的作用, 具体模型见第三章中模型的详细描述。为了便于比较模型的拟合效果, 这里将样本期分成了两段, 其中 2010 年 04 月 16 日至 2011 年 09 月 30 作为模型的样本内拟合, 总共 358 个交易日, 5370 个交易日; 而 2011 年 10 月 10 日至 2012 年 02 月 29 日, 总共 96 天、1440 个交易日则用于模型样本外预测效果检验。

根据第三章提到的理论模型, 本来通过实证来检验股指期货市场的相关信息, 是否能用来辅助预测现货市场的波动率, 也即检验 IF_ANV、IF_RV 是否包含了股票价格未来波动率的信息, 并且这些信息是否是沪深 300 指数的交易量 (HS_VOL) 所不具备的。为了比较这些变量加入到 EGARCH 模型后改进的 EGARCH 模型对于波动率预测的效果, 文章通过分别将它们组合加入 EGARCH 模型中, 然后根据这些模型在样本内外的表现进行比较。

具体实证结果见下表 4。

表 4 各 EGARCH 模型估计结果

模型	1	2	3	4	5	6	7	8
μ_1	-0.0028 (-0.79)	-0.0021 (-0.58)	-0.0025 (-0.7)	-0.0013 (-0.36)	0.0007 (0.18)	-0.002 (-0.55)	-0.0014 (-0.38)	0.0004 (0.10)
μ_2	0.0378*** (2.69)	0.04*** (2.81)	0.0394*** (2.80)	0.0332** (2.17)	0.0237 (1.53)	0.0414*** (2.90)	0.0326** (2.09)	0.0247 (1.62)
α_0	-0.1816*** (-8.7)	-0.3026*** (-6.85)	-0.3927*** (-4.81)	-0.5377*** (-11.04)	-1.4907*** (-11.43)	-0.5765*** (-5.16)	-3.75*** (-7.80)	-5.5029*** (-8.58)
α_1	0.1423*** (9.47)	0.1273*** (6.96)	0.1403*** (9.43)	0.2217*** (9.09)	0.1377*** (3.86)	0.1218*** (6.61)	0.2440*** (8.22)	0.0903*** (2.31)
α_2	-0.0606*** (-7.61)	-0.0688*** (-7.43)	-0.0644*** (-7.80)	-0.097*** (-7.00)	-0.1059*** (-5.49)	-0.0723*** (-7.64)	-0.1191*** (-6.73)	-0.1188*** (-5.94)
α_3	0.9727*** (187.23)	0.9383*** (75.14)	0.9691** (174.27)	0.8575*** (56.12)	0.5560*** (13.93)	0.9340*** (73.07)	0.7082*** (28.29)	0.4626*** (10.68)
β_{IF_RV}		0.1716*** (3.06)			0.9148*** (6.02)	0.1747*** (3.067)		0.9885*** (6.10)
β_{HS_VOL}			0.0135*** (2.78)			0.0177*** (2.86)	0.1055*** (5.54)	0.1548*** (5.82)
β_{IF_ANV}				0.1253*** (10.91)	0.2107*** (15.78)		0.1971*** (15.35)	0.2341*** (18.77)

$$r_t = \mu_1 + \mu_2 r_{t-1} + \varepsilon_t$$

$$\varepsilon_t = \sqrt{h_t} z_t, z_t \sim t \text{分布}$$

$$(1) \ln(h_t) = \alpha_0 + \alpha_1 |z_{t-1}| + \alpha_2 z_{t-1} + \alpha_3 \ln h_{t-1}$$

$$(2) \ln(h_t) = \alpha_0 + \alpha_1 |z_{t-1}| + \alpha_2 z_{t-1} + \alpha_3 \ln h_{t-1} + \beta_{IF_RV} IF_RV_{t-1}$$

$$(3) \ln(h_t) = \alpha_0 + \alpha_1 |z_{t-1}| + \alpha_2 z_{t-1} + \alpha_3 \ln h_{t-1} + \beta_{HS_VOL} HS_VOL_{t-1}$$

$$(4) \ln(h_t) = \alpha_0 + \alpha_1 |z_{t-1}| + \alpha_2 z_{t-1} + \alpha_3 \ln h_{t-1} + \beta_{IF_ANV} IF_ANV_{t-1}$$

$$(5) \ln(h_t) = \alpha_0 + \alpha_1 |z_{t-1}| + \alpha_2 z_{t-1} + \alpha_3 \ln h_{t-1} + \beta_{IF_ANV} IF_ANV_{t-1} + \beta_{IF_RV} IF_RV_{t-1}$$

$$(6) \ln(h_t) = \alpha_0 + \alpha_1 |z_{t-1}| + \alpha_2 z_{t-1} + \alpha_3 \ln h_{t-1} + \beta_{HS_VOL} HS_VOL_{t-1} + \beta_{IF_RV} IF_RV_{t-1}$$

$$(7) \ln(h_t) = \alpha_0 + \alpha_1 |z_{t-1}| + \alpha_2 z_{t-1} + \alpha_3 \ln h_{t-1} + \beta_{IF_ANV} IF_ANV_{t-1} + \beta_{HS_VOL} HS_VOL_{t-1}$$

$$(8) \ln(h_t) = \alpha_0 + \alpha_1 |z_{t-1}| + \alpha_2 z_{t-1} + \alpha_3 \ln h_{t-1} + \beta_{IF_ANV} IF_ANV_{t-1} + \beta_{HS_VOL} HS_VOL_{t-1} + \beta_{IF_RV} IF_RV_{t-1}$$

注：***、**、*分别代表 1%、5%、10% 的显著性水平，括号内的为估计系数的 t 值。

从上表 4 的实证结果，容易发现：各 EGARCH (1,1) 能够很好的拟合沪深 300 市场收益率的波动率，而且杠杠系数都显著为负，这说明在中国股票市场存在杠杠效应，即负的冲击对波动率影响更大。而往 EGARCH(1,1) 模型中加入各变量，代表波动持续性的系数 α_3 都有不同程度的减小。但三个变量同时加入到 EGARCH 模型中（模型 8）， α_3 变的最小，为 0.4626，说明这些变量确实包含了股票市场波动率的信息。但是仔细分析各变量的

情况，发现当股指期货已实现波动率（IF_RV）和股指期货异常净交易量（IF_ANV）单独加入到 EGARCH 时（见模型 2 和模型 4）， α_3 从原先的 0.9727，分别减小为 0.9383 和 0.8575；同时加入 EGARCH 中时 α_3 变为 0.5560，这说明股指期货异常净交易量和股指期货已实现波动率能够解释部分股票市场波动率持续性，而且它们与股票市场波动率都是显著的正相关关系。而单独加入沪深 300 指数交易量的 EGARCH 模型， α_3 从 0.9727 变为 0.9691，可见沪深 300 指数交易量对于股票市场波动率持续性解释力度很小。

可能的解释是：当股指期货波动率加大时，会引起下一期股票市场波动率的加大，而同样，当股指期货市场的异常净交易量加大时，说明股指期货市场多空双方力量悬殊，也即意味着这个时候出现了明显的利空或者利多，而这些利空或者利多首先在股指期货市场反映，随后在现货市场反映出来。出现这种现象可能的原因：一方面，正如上文格兰杰因果检验的结果，股指期货市场作为股票市场的衍生市场，它具有很多优于股票市场的制度安排，使得这个市场相对于股票市场更加有效，对于信息的反映能力更强；另一方面，一些纯粹技术上的因素和市场制度规定限制上的因素也会导致股指期货好像对于信息的反映能力更强。这些因素主要包括：交易所指数价格显示迟滞效应、指数成分股交易迟滞效应和买卖差价效应等。当然，无论如何，从实证结果还是能说明，至少股指期货行情信息的加入，确实能解释现货市场的一部分波动率的持续性。

上文主要是根据加入相应变量后，方差方程中代表波动率持续性的 α 系数减小，来说明加入的变量能解释部分波动率的持续性。下面选用了几种计量指标，来比较各模型对沪深 300 指数波动率的拟合及预测上的表现。除了常用的 AIC 准则和 Schwarz 准则，还包括几种度量模型预测准确的指标：平均绝对误差(MAE)、平均相对误差(MPE)和均方根误差（RMSE）：

$$\text{平均绝对误差 (MAE)} = \frac{1}{h} \sum_{t=T+1}^{T+h} |\hat{y}_t - y_t|$$

$$\text{平均相对误差 (MPE)} = \frac{1}{h} \sum_{t=T+1}^{T+h} \left| \frac{\hat{y}_t - y_t}{y_t} \right|$$

$$\text{均方根误差 (RMSE)} = \sqrt{\frac{1}{h} \sum_{t=T+1}^{T+h} (\hat{y}_t - y_t)^2}$$

下表 5 给出了各模型的这些指标的情况，这里为了比较方便，采用原始的 EGARCH(1,1)模型为基准(即将这个模型的所有指标值都单位化 1)，而其余模型的各个指标均为对应的基准模型 EGARCH(1,1)指标的相对值。因此当 RMSE、MAE 和 MAPE 的值小于 1 时，则说明模型有优于 EGARCH 模型的预测能力。这几个指标值越小说明模型的预测能力越好。由于 AIC 和 SC 值都为负值，并且值越小说明模型越好。为了比较起来方便，同样用其余模型的 AIC 和 SC 值除 EGARCH 模型对应的值。同样，当模型的拟合能力更好时，模型的相对 AIC 和 SC 值就越小。从下表很容易发现，加入了股指期货行情信息的模型表现都优于原始的 EGARCH(1,1)，同时加入了股票市场交易量、股指期货异常净交易量和股指期货已实现波动率的模型表现最好。

表 5 各模型拟合和预测效果对比

模型	AIC	SC	RMSE	MAE	MAPE
2	0.993906	0.998147	0.999912	1.000004	1.002368
3	0.996748	1.000908	0.999949	1	1.002407
4	0.830984	0.841486	0.98332***	0.984743***	0.985948
5	0.806647**	0.822112**	0.98359	0.984878	0.96299***
6	0.990401	0.99881	0.999878	1.000004	1.005119
7	0.816116*	0.831308*	0.983343**	0.984743***	0.984821*
8	0.786566***	0.806872***	0.983556*	0.984857*	0.96444**

注：***、**、*分别代表表现最好的前三个模型，第一列数据对应的是表 4 中各种模型

5.3 模型样本外预测

在 5.2 节中主要根据各种计量指标对各 EGARCH 模型对于收益率的波动刻画情况进行了比较，接下来将比较各种模型在样本外预测的效果。主要是通过比较各模型预测的波动率的信息含量，信息含量越高，模型越好，在实际的应用中将更有效。

本文通过 Mincer-Zarnowitz 回归方程, 来检验各模型估计出的波动率的信息含量。波动率的预测采用动态增加一个时段的预测, 即从 2011 年 10 月 10 日开始, 用两个市场 2010 年 4 月 16 日以来日内的数据, 预测下一个时段沪深 300 指数的波动率, 然后向后增加一个时段并预测下一个时段的波动率, 依次类推, 得到预测沪深 300 指数 2011 年 10 月 10 日到 2012 年 2 月 29 日, 共 96 个交易日、1440 个交易时段的波动率的估计值。

5.3.1 单变量回归

在本节中, 将通过单变量回归, 将八个模型预测得到的波动率对沪深 300 指数已实现极差波动率进行回归。Ding, Granger 和 Engle (1993)^[67]建议直接用收益率绝对值来度量波动率, Davidian 和 Carroll (1987)^[68]证明, 在波动率非对称、收益率分布非正态的情形下, 该方法更为稳健。因此本文采用收益率经均值调整后的残差的绝对值作为波动率的代理, 通过这个残差的绝对值来衡量不同模型预测得到的波动率的信息含量。

具体回归形式如下式, 其中 Ret_res 为现货市场收益率经均值调整后的残差, $\hat{\sigma}_{t,n}$ 为各种模型估计出来的波动率值。

$$Ret_res_t = \alpha + \beta \times \hat{\sigma}_{t,n} + \varepsilon_t \quad n=1,2,3\dots 8$$

从下表 6 单变量回归结果可以发现: 模型 5、模型 7 和模型 8 的 Ad_R^2 较大, 这说明这几个模型估计出来的波动率信息含量优于传统的 EGARCH(1,1)模型。

表 6 单变量回归结果

模型	1	2	3	4	5	6	7	8
α	-0.0052 (-0.51)	0.0033 (0.34)	-0.0022 (-0.22)	-0.0027 (-0.28)	0.0076 (0.88)	0.0056 (0.58)	-0.0092 (-0.99)	0.0032 (0.37)
β	0.8138*** (23.51)	0.7832*** (23.48)	0.8080*** (23.61)	0.7964*** (24.41)	0.7633*** (25.88)	0.7798*** (23.62)	0.8301*** (25.88)	0.7891*** (27.04)
R^2	0.0751	0.0750	0.0757	0.0839	0.0934	0.0758	0.0934	0.1010
Ad_R^2	0.0750	0.0748	0.07560	0.0837	0.0932	0.0757	0.0932	0.1009

注: 模型序号 1 至 8 分别代表表 4 中的各种 EGARCH 模型; **、*、*分别代表 1%、5%、10% 的显著性水平; 括号内的为系数估计的 t 值

5.3.2 双变量回归

上一小节通过单变量回归发现改进的 EGARCH 模型相对于原始的 EGARCH 模型信息含量更多, 本节将通过双变量回归的方法来检验各种模型估计出的波动率之间的信息含量的包含关系。文章主要通过下式对各模型与原始的 EGARCH (1, 1) 进行双变量回归检验, $\hat{\sigma}_{t,1}$ 为原始 EGARCH (1,1) 模型估计得到的波动率, 而 $\hat{\sigma}_{t,n}$ 则是对应的其他模型对于波动率的估计结果, 具体结果见表 9:

$$HS_RV_t = \alpha + \beta_1 \times \hat{\sigma}_{t,1} + \beta_n \times \hat{\sigma}_{t,n} + \varepsilon_t \quad n = 2,3,4\dots 8$$

表 7 双变量回归结果

n 值	2	3	4	5	6	7	8
α	-0.0033 (-0.33)	-0.0038 (-0.38)	-0.026** (-2.4)	-0.0405*** (-3.8)	-0.0022 (-0.22)	-0.0541*** (-4.96)	-0.056*** (-4.77)
β_1	0.4333** (2.41)	0.22 (0.84)	0.2834*** (4.99)	0.3516*** (7.72)	0.35** (2.40)	0.3549*** (7.83)	0.3576*** (8.28)
β_n	0.3735** (2.15)	0.5924** (2.3)	0.5961*** (11.54)	0.5812*** (15.43)	0.4555*** (3.28)	0.6316*** (15.49)	0.62*** (17.46)
Ad_R ²	0.0755	0.0756	0.0871	0.1013	0.0763	0.1015	0.1101

注: n 值从 2 至 8 分别代表表 4 中的各种 EGARCH 模型; **、*、* 分别代表 1%、5%、10% 的显著性水平; 括号内的为系数估计的 t 值

表 7 双变量回归的结果同样说明模型 5、模型 7 和模型 8, 也即加入股票市场交易量、股指期货异常净交易量和股指期货已实现波动率的模型能改进现货市场波动率的预测, 特别是同时加入了股指期货市场行情信息的 EGARCH 模型预测出来的波动率信息含量多, 当然值得注意的这些模型预测出来的波动率没能全部包含原始的 EGARCH 模型预测出来的波动率, 也即这些模型只是相对于原始的 EGARCH 模型有一个改进, 但是没有绝对占优。

总之, 通过各模型在样本内和样本外的表现发现, 加入股指期货行情数据(股指期货已实现波动率、异常净交易量) 确实能改进传统的 EGARCH 模型对于现货市场波动率的预测。

第六章 稳健性检验

6.1 股指期货上市初期的影响

为保证股指期货的平稳运行，相关机构制定了严格的风险控制制度和市场准入门槛。但由于股指期货上市初期，投资者结构单一且对市场的认知不足，投机、套利和套期保值者的数量都较少等。使得这段时间股指期货市场价格包含大量的噪音，从而影响文章实证结果。为此，本节剔除股指期货上市前半年的数据来进行稳健性检验。考虑到沪深 300 指数的交易量在改进模型上仅有微弱作用，限于篇幅，这里就没有将沪深 300 指数的交易量加入。具体结果见下列各表：

表 8 各 EGARCH 模型估计结果

模型	1	2	4	5
μ_1	-0.0043 (-1.06)	-0.0031 (-0.75)	-0.0038 (-0.93)	-0.0018 (-0.45)
μ_2	0.0410** (2.40)	0.0425** (2.42)	0.0322* (1.77)	0.0245 (1.37)
α_0	-0.2028*** (-6.98)	-0.4804*** (-5.53)	-0.7798*** (-10.58)	-1.8065*** (-10.80)
α_1	0.1417*** (7.65)	0.1036*** (3.96)	0.2551*** (7.63)	0.0969** (2.24)
α_2	-0.0604*** (-6.09)	-0.0697** (-5.46)	-0.1071*** (-5.47)	-0.1038*** (-4.34)
α_3	0.9661*** (127.82)	0.8875*** (35.50)	0.7753*** (32.55)	0.4672*** (9.59)
β_{IF_RV}		0.3800*** (3.53)		1.2610*** (6.06)
β_{IF_ANV}			0.1838*** (12.37)	0.2369*** (16.52)

$$r_t = \mu_1 + \mu_2 r_{t-1} + \varepsilon_t$$

$$\varepsilon_t = \sqrt{h_t} z_t, z_t \sim t \text{分布}$$

$$(1) \ln(h_t) = \alpha_0 + \alpha_1 |z_{t-1}| + \alpha_2 z_{t-1} + \alpha_3 \ln h_{t-1}$$

$$(2) \ln(h_t) = \alpha_0 + \alpha_1 |z_{t-1}| + \alpha_2 z_{t-1} + \alpha_3 \ln h_{t-1} + \beta_{IF\sigma} IF_RV_{t-1}$$

$$(4) \ln(h_t) = \alpha_0 + \alpha_1 |z_{t-1}| + \alpha_2 z_{t-1} + \alpha_3 \ln h_{t-1} + \beta_{IFNETVOL} IF_ANV_{t-1}$$

$$(5) \ln(h_t) = \alpha_0 + \alpha_1 |z_{t-1}| + \alpha_2 z_{t-1} + \alpha_3 \ln h_{t-1} + \beta_{IFNETVOL} IF_ANV_{t-1} + \beta_{IF\sigma} IF_RV_{t-1}$$

注：***、**、*分别代表 1%、5%、10%的显著性水平

表 9 各模型拟合和预测效果对比

	AIC	SC	RMSE	MAE	MAPE
(2)	0.966771	0.979462	0.96477	0.957142	1.036412
(4)	0.842132	0.863801	0.9651	0.95708	1.019313
(5)	0.756907	0.795015	0.96533	0.957239	0.990351

表 10 单变量回归结果

模型	1	2	4	5
α	0.1372 ^{***} (26.54)	0.1314 ^{***} (24.94)	0.1104 ^{***} (21.49)	0.1449 ^{***} (35.45)
β	1.0299 ^{***} (18.01)	1.1134 ^{***} (18.28)	1.3187 ^{***} (23.40)	0.8941 ^{***} (21.79)
R^2	0.0497	0.0626	0.0985	0.0866
Ad R^2	0.0495	0.0624	0.0984	0.0864

注： β 角标 1、2、4、5 分别代表表 4 中的各种 EGARCH 模型；***、**、* 分别代表 1%、5%、10% 的显著性水平，括号内的为系数估计的 t 值

表 11 双变量回归结果

模型	α	β_1	β_2	β_4	β_5	Ad R^2
2	0.1287 ^{***} (22.82)	0.1826 (1.38)	0.9585 ^{***} (7.52)			0.0626
4	0.1057 ^{***} (18.39)	0.1521 [*] (1.82)		1.2257 ^{***} (16.13)		0.0988
5	0.1274 ^{***} (22.97)	0.3645 ^{***} (4.66)			0.7480 ^{***} (14.50)	0.0902

注： β 角标 2、4、5 分别代表表 4 中的各种 EGARCH 模型；***、**、* 分别代表 1%、5%、10% 的显著性水平，括号内的为系数估计的 t 值

通过 8 至 11 四个表格的结果，发现加入股指期货已实现波动率和异常净交易量的 EGARCH 模型仍然表现优于原始的 EGARCH 模型。无论是加入了股指期货的已实现波动率还是异常净交易量，沪深 300 指数的波动率持续性都有不同程度的减弱，而且同时把它们加入到原始的 EGARCH 模型后，无论是样本内的拟合效果，还是样本外预测都优于传统的 EGARCH 模型。

6.2 已实现波动率

在进行样本外预测时，上文中使用的是收益率经均值调整后的残差的绝对值作为波动率的代理变量，下面分别采用另外两种已实现波动率来作为解释变量，检验各模型估计出的波动率的信息含量。

6.2.1 已实现极差波动率

本小节采用已实现极差波动率，对各模型估计出的波动率的信息含量进行检验。检验的结果如下表 12 和 13，容易发现使用已实现极差波动率来检验各模型预测的波动率的信息含量的结果与前文结论一致。

表 12 单变量回归结果

模型	1	2	3	4	5	6	7	8
α	-0.0217*** (-3.71)	-0.0167*** (-2.96)	-0.0186*** (-3.23)	-0.0085 (-1.54)	0.0117** (2.32)	-0.0143** (-2.57)	-0.0039 (-0.71)	0.0108** (2.19)
β	0.8068*** (40.50)	0.7884*** (41.23)	0.8005*** (40.67)	0.7544*** (39.92)	0.6864*** (34.00)	0.7844*** (41.47)	0.7480*** (40.10)	0.6986*** (41.22)
R^2	0.1942	0.1999	0.1955	0.1967	0.1973	0.2017	0.1982	0.2070
$Ad\ \underline{R}^2$	0.1941	0.1997	0.1954	0.1966	0.1972	0.2016	0.1981	0.2069

注：模型序号 1 至 8 分别代表表 4 中的各种 EGARCH 模型；***、**、* 分别代表 1%、5%、10% 的显著性水平

表 13 双变量回归结果

n 值	2	3	4	5	6	7	8
α	-0.0182*** (-3.11)	-0.0205*** (-3.49)	-0.0419*** (-6.86)	-0.0524*** (-8.62)	-0.0175*** (-2.98)	-0.0631*** (-10.16)	-0.0606*** (-9.99)
β_1	0.0976*** (0.95)	0.2502* (1.67)	0.4062*** (12.48)	0.4688*** (18.05)	0.1428* (1.71)	0.4687*** (18.14)	0.4718*** (19.23)
β_n	0.6961*** (7.00)	0.5553*** (3.74)	0.4674*** (15.78)	0.4436*** (20.65)	0.6520*** (8.18)	0.4858*** (20.90)	0.4755*** (23.58)
$Ad\ \underline{R}^2$	0.1997	0.1956	0.2153	0.2354	0.2018	0.2365	0.2494

注：n 值从 2 至 8 分别代表表 4 中的各种 EGARCH 模型；***、**、* 分别代表 1%、5%、10% 的显著性水平；括号内的为系数估计的 t 值

6.2.2 Alizadeh 已实现波动率

上节采用了已实现极差波动率来作为解释变量,来检验各模型样本外预测的波动率的信息含量,这一节采用 Alizadeh (2002)^[69]估计波动率的方法,即采用的类似已实现极差波动率的计算方法,只是这里加入了每个时段收盘价的考虑,计算式子如下所示:

$$\hat{\sigma}_t = \frac{P_{H,t} - P_{L,t}}{P_{C,t}},$$

H、L、C 分别对应时段 t 内的最高价,最低价以及收盘价。通过检验发现,同样维持原来实证结果,即采用这种波动率作为解释变量对各模型估计出的波动率的信息含量进行检验,同样表明加入股指期货行情信息的 EGARCH 模型能提高原始的 EGARCH(1,1)对于波动率的预测能力,具体见下表 14 和 15。

表 14 单变量回归结果

模型	1	2	3	4	5	6	7	8
α	-0.0360*** (-3.69)	-0.0277*** (-2.95)	-0.0309*** (-3.22)	-0.01387 (-1.50)	0.0199** (2.37)	-0.0236** (-2.56)	-0.0061 (-0.67)	0.0183** 2.23
β	1.3424*** (40.51)	1.3121*** (41.25)	1.3321*** (40.69)	1.2547*** (39.91)	1.1414*** (39.97)	1.3054*** (41.49)	1.2441*** (40.08)	1.1619*** (41.19)
R^2	0.1943	0.2000	0.1956	0.196629	0.1971	0.2019	0.1980	0.2068
Ad_ R^2	0.1942	0.1999	0.1955	0.196506	0.1970	0.2018	0.1979	0.2067

注: 模型序号 1 至 8 分别代表表 4 中的各种 EGARCH 模型; **、*、*分别代表 1%、5%、10%的显著性水平

表 15 双变量回归结果

n 值	2	3	4	5	6	7	8
α	-0.0301*** (-3.09)	-0.0338*** (-3.47)	-0.0695*** (-6.84)	-0.0869*** (-8.6)	-0.0288*** (-2.96)	-0.1048*** (-10.13)	-0.1006*** (-9.96)
β_1	0.1581 (0.92)	0.4101 (1.64)	0.6771*** (12.50)	0.7811*** (18.07)	0.2329* (1.68)	0.7807*** (18.15)	0.7857*** (19.25)
β_n	1.1626*** (7.02)	0.9301*** (3.77)	0.7763*** (15.75)	0.7368*** (20.61)	1.0896*** (8.22)	0.8074*** (20.88)	0.7903*** (23.56)
Ad_ R^2	0.1999	0.1957	0.2152	0.2353	0.202	0.2365	0.2493

注: n 值从 2 至 8 分别代表表 4 中的各种 EGARCH 模型; **、*、*分别代表 1%、5%、10%的显著性水平; 括号内的为系数估计的 t 值

第七章 结论与展望

7.1 结论

本文首先通过检验股指期货市场与股票市场日内各行情变量之间的格兰杰因果关系，来说明两个市场之间信息传递的关系。通过检验发现，两个市场之间存在着紧密的联系，但是股指期货市场更具主导地位。

随后文章通过构造了股指期货异常净交易量和股指期货已实现波动率这两个指标，并研究它们与现货市场交易量三个变量中所包含的关于未来现货波动率的信息含量。通过将组合加入到原始的 EGARCH 模型中，通过样本内外的双重检验发现，加入股指期货市场行情信息的 EGARCH 模型，对于现货市场波动率的预测显著优于原始的 EGARCH 模型。

文章最后通过调整样本期的长度，以及改变波动率的代理变量来进行稳健性检验，发现实证结果很稳健。

总之，股指期货市场和现货市场之间存在着紧密的联系，而且股指期货市场的行情信息能够辅助现货市场的波动率预测。

7.2 研究展望

波动率的预测模型有很多，限于本人的能力，本文仅仅使用股指期货已实现波动率和异常净交易量来改进 EGARCH(1, 1) 对于现货市场的波动率进行预测。在对各种改进的模型进行比较时，文章主要的参照模型是原始的 EGARCH (1, 1) 模型，而没有对改进的 EGARCH 模型与其他波动率预测模型进行比较。因此后续研究可以考虑将股指期货市场的这些信息与其他波动率预测模型相结合，从一个更全面的角度来研究波动率预测。

同时股指期货市场还有一个特有的变量就是持仓量，在本文的实证过程中，由于数据的可得性，没能将该变量纳入研究范围。而很多关于股指期货市场内的量化关系研究，同样表明持仓量也会影响波动率。因为持仓量在一定程度上反映

了市场深度，而市场深度又取决于投资者的意愿（风险偏好）以及能力（财富水平），所以结合持仓量进行研究，将能更有效的把握两个市场之间微观结构相关的特征。

参考文献

- [1]Engle R F. Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of the variance of United Kingdom inflation[J]. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 1982, 50(4):987-1007.
- [2]Bollerslev T. Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity[J]. *Journal of Econometrics*, 1986, 31(3):307-327.
- [3]Kalok Chan, Wai-Ming Fong. Trade size, order imbalance, and the volatility-volume relation[J]. *Journal of Financial Economics*, 2000:247-273.
- [4]Jun Pan, Alian M. Poteshman. The Information in Option Volume for Future Stock Prices[J]. *The Review of Financial Studies*, Vol. 19, No. 3, 2006:871-908.
- [5]Nelson, D. B. Conditional heteroskedasticity in asset returns: A new approach[J]. *Econometrica*, 1991, 59:347 - 370.
- [6]McAleer, M., Chan, F., Marinova, D. An econometric analysis of asymmetric volatility: Theory and application to patents[J]. *Journal of Econometrics*, 2007, 139:259-284.
- [7]Heynen, R. C., & Kat, H. M. Volatility prediction: A comparison of stochastic volatility, GARCH(1,1) and EGARCH models[J]. *Journal of Derivatives*, 1994: 50 - 65.
- [8]Chong, C. W., Ahmad, M. I., & Abdullah, M. Y. Performance of GARCH models in forecasting stock market volatility[J]. *Journal of Forecasting*, 1999, 18:333 - 343.
- [9]Loudon, G. F., Watt, W. H., & Yadav, P. K. An empirical analysis of alternative parametric ARCH models[J]. *Journal of Applied Econometrics*, 2000, 2:117 - 136.
- [10]Bollerslev, T. A conditional heteroskedastic time series model for speculative prices and rates of return[J]. *Review of Economics and Statistics*, 1987, 69 :542 - 547.
- [11]Harvey, C.R. The Specification of Conditional Expectations[J]. *Journal of Empirical Finance*, 2001, 8(5):573-637.
- [12]Li, K. Long-memory versus Option-Implied Volatility Prediction[J]. *Journal of Derivatives*, 2002, 9(3):9-25.
- [13]Wilhelmsson, A. GARCH forecasting performance under different distribution assumptions[J]. *Journal of Forecasting*, 2006, 25:561 - 578.
- [14]Curto, J. D., Pinto, J. C. & Tavares, G. N. Modeling stock market's volatility using GARCH models with Normal, Student's t and stable Paretian distributions[J]. *Stat papers* 2009, 50:311-321.
- [15]刘国旗. 非线性 GARCH 模型在中国股市波动预测中的应用研究[J]. *统计研究*, 2000, 1:49-52.
- [16]陈千里. 上证综指收益波动的不对称研究[J]. *中国管理科学*, 2002, 10:268-272.
- [17]魏宇. 金融市场典型事实下的风险价值计算及检验[J]. *管理工程学报*, 2008, 22(2):117-121.
- [18]袁康安. 上证指数非对称 GARCH 模型[J]. *科学技术与工程*, 2009, 9(19): 5939-5941.
- [19]周林. 股票波动率模拟及对中国市场预测效果的实证研究[J]. *数学的实践与认识*, (2009), 39(3):25-34.
- [20]梁锐, 温乐. 基于 GARCH 模型的深圳股市波动性分析[C]. 第七届中国不确定系统年会论文集, 2009:114-119.

- [21]M. F. M. Osborne , Brownian motion in the stock market, Operations Research[J]. Mar-Apr 1959.
- [22]Marilyn K Wiley, Robert T Daigler. A Bivariate GARCH Approach To the Futures Volume—volatility Issue[M]. Presented at the Eastern Finance Association Meetings, Miami Beach, Florida. April. 1999.
- [23]Clark, P.K., 1973. A subordinated stochastic process model with finite variance for speculative prices[J]. Econometrica 41, 135 - 155.
- [24]Tauchen, G., Pitts, M., 1983. The price variability - volume relationship on speculative markets[J]. Econometrica 51, 485 - 505.
- [25]Andersen, T.G. Return volatility and trading volume: an information flow interpretation of stochastic volatility[J]. Journal of Finance, 1996, 51:169 - 204.
- [26]Roman Liesenfeld, A generalized bivariate mixture model for stock price volatility and trading volume[J]. Journal of Econometrics, 2001, 104 141-178.
- [27]Copeland, T.E. A model of asset trading under the assumption of sequential information arrival[J]. Journal of Finance, 1976, 31(4):1149 - 1168.
- [28]Robert H Jennings, Laura T. Starks and John C. Fellingham: An Equilibrium Model of Asset Trading with Sequential Information Arrival[J]. The Journal of Finance. march 1981.
- [29]MORSE, D. H. 1980. Behavioral mechanisms in ecology[J]. Cambridge, Massachusetts.
- [30]Karpoff. J. M, Costly short sales and the correlation of returns with volume[J]. Working paper, University of WA., 1985.
- [31]Robert H. Jennings and Christopher B. Barry: Information Dissemination and Portfolio Choice[J]. Journal of Financial and Quantitative Analysis, 1983, 18(01).
- [32]Anat R. Admati and Paul Pfleiderer, A Theory of Intraday Patterns: Volume and Price Variability[J]. The Review of Financial Studies, 1988, 1(1):3-40.
- [33]Bessembinder, H., Seguin, P. J. Price volatility, trading volume, and market depth: evidence from futures markets[J]. Journal of Financial and Quantitative Analysis, 1993, 28:21 - 39.
- [34]Bong-Soo Lee, Oliver M. Rui. The dynamic relationship between stock returns and trading volume: Domestic and cross-country evidence[J]. Journal of Banking & Finance, 2002, 26:51-78.
- [35]Wen Fenghua, Yang Xiaoguang. Empirical study on relationship between persistence-free trading volume and stock return volatility[J]. Global Finance Journal, 2009, 20:119 - 127.
- [36]Ronald D. Ripple, Imad A. Moosa. The effect of maturity, trading volume, and open interest on crude oil futures price range-based volatility[J]. Global Finance Journal, 2009, 20:209 - 219.
- [37]Kyle, A. Continuous auctions and insider trading[J]. Econometrica, 1985, 53:1315-1335.
- [38]Admati, A., Pfleiderer, P. A theory of intraday patterns: volume and price variability[J]. Review of Financial Studies, 1988, 1:3-40.
- [39]Lamoureux, C. G., & Lastrapes, W. D. Heteroskedasticity in stock return data: Volume versus GARCH effects[J]. Journal of Finance, 1990, 15: 1005 - 1047.
- [40]Najand, M. and K. Yung. A GARCH examination of the relationship between volume and price variability in futures markets[J]. Journal of Futures Markets, 1991, 11: 613-621.
- [41]Gong-meng Chen, Michael Firth, Oliver M. Rui. The Dynamic Relation Between Stock Returns, Trading Volume, and Volatility[J]. Financial Review, 2001, 36(3):153 - 174.
- [42]Eric Girard, Rita Biswas. Trading Volume and Market Volatility: Developed versus Emerging

- Stock Markets[J]. *Financial Review*. 2007, 42(3): 429 - 459.
- [43]Kalok Chan,Wai-Ming Fong. Trade size, order imbalance, and the volatility-volume relation[J]. *Journal of Financial Economics*,2000,57:247-273.
- [44]Chan, Kalok, Peter Chung, and Wai-Ming Fong. The informational role of stock and option volume[J]. *Review of Financial Studies* ,2002,15:1049 - 76.
- [45]Glen Donaldson and Mark Kamstra Volatility Forecasts, Trading Volume, and the ARCH versus Option-Implied Volatility Trade-off[J]. *Journal of Financial Research*, 2005.
- [46]Van Le, Ralf Zurbruegg. The role of trading volume in volatility forecasting. *Journal of International Financial Markets*[J]. *Institutions & Money*,2010.
- [47]赵留彦,王一鸣. 沪深股市交易量与收益率及其波动的相关性:来自实证分析的证据[J].《经济科学》2003年02期.
- [48]史美景. 成交量对股票收益率波动的影响分析[J].《统计与信息论坛》2005年第20卷第2期.
- [49]华仁海,丁秀玲. 我国股票市场收益、交易量、波动性动态关系的实证分析[J]. *财贸经济*, 2003.
- [50]唐齐鸣,刘亚清. 市场分割下 A、B 股成交量、收益率与波动率之间关系的 SVAR 分析[J].《金融研究》2008年第2期.
- [51]张莹. 我国期货铜的交易量、价格收益及波动性的关系的实证研究[J].《中国商界(下半月)》,2009年04期.
- [52]仲伟俊,刘庆富,梅姝娥. 中国期市波动性与收益率、交易量和空盘量的关系[J]. *系统工程报*;2008年04期.
- [53]华仁海,仲伟俊. 对我国期货市场量价关系的实证分析[J].《数量经济技术经济研究》2002年第6期.
- [54]李慧茹. 大连期货市场大豆量价分析[J].《商场现代化》2007年第34期.
- [55]葛勇,叶德磊. 沪深 300 股指期货与现货价格发现功能研究[J].《征信》2008年第05期.
- [56]周仁才. 股指期货交易量对股指现货波动影响研究——来自香港恒生指数的实证[J].《华东师范大学学报:哲学社会科学版》2009年第2期.
- [57]冯飞,唐伟敏. 沪深 300 仿真交易股指与股指期货引导关系研究[J].《金融经济》2008年第20期.
- [58]熊熊,王芳. 我国沪深 300 股指期货仿真交易的价格发现分析[J]. 2008 天津大学学报(社会科学版)第10卷第4期.
- [59]邢天才,张阁. 股指期货的推出对现货市场影响的实证研究——基于新华富时 A50 的分析[J]. *财经问题研究》*2009年第07期.
- [60]李华,程婧. 股指期货推出对股票市场波动性的影响研究——来自日本的实证分析[J].《金融与经济》2006年第2期.
- [61]张维,王平,熊熊. 印度股票市场与期货市场信息传递性研究[J].《上海金融》2006第9期.
- [62]肖辉,吴冲锋. 股指与股指期货日内互动关系研究[J].《系统工程理论与实践》2004年第24卷第5期.
- [63]Martens M,Dijk D. Measuring volatility with the realized range[J]. *Journal of Econometrics*,2007,138(1):181-207.
- [64]Shafiqur Rahman,Cheng-few Lee,Kian Ping Ang. Intraday Return Volatility Process: Evidence from NASDAQ Stocks[J]. *Review of Quantitative Finance and Accounting*,2002,19: 155 - 180.
- [65]Allan Hodgsona, A. Mansur M. Masihb, Rumi Masih,2006,Futures trading volume as a determinant of prices in different momentum phases[J]. *International Review of Financial Analysis* ,

2006, 15:68 - 85.

[66]Wagner, N., Marsh, T.A. Surprise volume and heteroskedasticity in equity market returns[J]. Quantitative Finance, 2005, 5(2):153 - 168.

[67]Ding Z, Granger C W J, Engle R F. A long memory property of stock market returns and a new model[J]. Journal of Empirical Finance, 1993, 1(1):83-106.

[68]Davidian M., Carroll R. J. Variance function estimation[J]. Journal of the American Statistical Association, 1987, 82:1079-1091.

[69] Alizadeh, S., Brandt, M.W., Diebold, F.X. Range-based estimation of stochastic volatility models[J]. Journal of Finance, 2002, 57:1047 - 1091

[70]Andersen T G, Bollerslev T, Diebold F X, et, al. Exchange rate returns standardized by realized volatility are (nearly) Gaussian[J]. Multinational Finance Journal, 2000, 4(3/4):159-179.

致 谢

三年的研究生生活，今以致谢的方式为其画上一个句号。毫无疑问，这三年是我人生中最宝贵的一段经历，有收获，也有失去，饱含各种酸甜苦辣。此刻我的心情是无法言喻的，只能以几句简单的话语，来感谢这三年来伴随我一起走过的人。

首先，我要感谢我的导师，郑振龙教授。他严谨的学术态度，正直无私的人格，平易近人的品德，都是值得我学习一辈子的。他每周组织的研讨班，更是为我们提供了一个向各位老师以及师兄师姐学习和交流的平台，这使得厦门大学金融工程专业更像是一个大家庭，全体师生都是这个家庭的成员。每次参加研讨班，我都会被各位老师和师兄师姐描绘的学术世界所吸引，并激励我不断进取。在这里我还要特别感谢这个大家庭中的其他成员，包括林海老师、陈蓉老师、陈淼鑫老师、邓弋威博士、刘杨树博士等。谢谢你们一直以来对我的帮助，从你们身上我学到了很多，是你们，使得这个大家庭更加丰富多彩。

其次，我要感谢所有授予我知识的厦大金融系的老师，包括：何孝星老师、江曙霞老师、赵华老师、陈善昂老师、蔡庆丰老师、潘越老师、李庆霞老师、郭晔老师等，我还要感谢 09 级全体金融系的同学，能与你们一起度过这段研究生生活，我真的觉得很荣幸，三年来我们共同成长进步，我相信你们是最棒的！我希望你们在未来的道路上，能够一帆风顺！

最后我要感谢我的家人，没有你们的大力支持，就没有今天的我，我爱你们！

凤凰花开花落，我在厦门的三年的生活也将结束，在这里有着美好的回忆，有着我成长的足迹，我会带着所有人的祝福去经历更多的生活，去实现我的梦想。

感谢厦门大学，感谢厦门。