

中文摘要

近年来我国金融市场开放力度不断增强，市场化改革进一步深化，促进了金融市场持续创新发展和市场间的互联互通，金融市场间联动效应愈发明显。与此同时，境外市场推出中国概念金融衍生产品的步伐加快，2021年10月18日 MSCI 中国 A50 互联互通指数期货 (MCA) 在香港交易所上市交易，为我国金融市场对外开放提供了新的窗口，为国际投资者提供了更多投资中国市场的渠道和风险对冲工具，加深了中国市场与全球金融市场的联动性。市场的联动一定程度上能够提高定价效率增强市场有效性，但在这种联动下单一金融市场的风险波动也往往容易快速蔓延至整个金融体系，风险集中爆发最终导致系统性金融风险。研究金融市场间的关联机制，准确评价 MCA 与我国境内股指期货之间的波动溢出效应是促进我国多层次资本市场健康发展、提升市场有效性、防控金融市场风险传染的重要课题。

本文基于已实现方差理论，根据二次幂变差理论和跳跃检验方法将已实现波动率拆解为连续性波动成分和跳跃波动成分，分别对 MCA 与境内股指期货之间的波动溢出效应进行深入研究。为了探讨延伸交易时间段的波动溢出关系，本文使用 LM 方法识别日内跳跃，分析了 MCA 在延伸交易时间段发生跳跃对境内股指期货开盘时段发生跳跃的概率的影响，得到了一些有参考价值的结论。研究发现，在连续性波动成分上境内股指期货对 MCA 存在单向波动溢出，而无论是短期连续性波动或是长期连续性波动，MCA 对境内股指期货的波动溢出影响都不显著，境内股指期货市场显示出了较强的稳

定性。跳跃波动成分代表了短期大幅度的市场冲击，具有与连续性波动成分明显不同的特征，MCA 与我国境内股指期货之间存在显著的双向跳跃波动溢出，延伸交易时间段 MCA 发生的跳跃也对境内股指期货开盘发生跳跃的概率具有显著的正向影响。

本文的创新点主要在于：研究对象聚焦于香港交易所最新上市的 MCA，当前暂无文献关注它与内地市场股指期货之间的波动溢出关系，由于香港市场的特殊地位和互联互通机制的存在，MCA 与境内股指期货之间的波动溢出效应可能存在自身的特点，本课题具有重要的现实意义。在研究方法上，本文参考多篇前沿论文，构建了适用于交易时间不同步的期货市场的更完善的波动溢出研究框架，不仅拆分探讨了连续性波动成分和跳跃波动成分的波动溢出效应，还进一步使用 LM 方法识别日内跳跃，分析了 MCA 在延伸交易时间段发生跳跃对境内股指期货发生跳跃概率的影响。我们发现两种成分波动溢出效应具有不同特征，这为分析香港市场与内地市场的波动溢出提供了更多细节和参考。

关键字：波动溢出；已实现方差；连续性波动；跳跃波动；

Abstract

In recent years, the opening of China's financial market has been continuously strengthened, and the market-oriented reform has been further deepened, which has promoted the continuous innovation and development of the financial market and the interconnection between the markets, and the linkage effect between the financial markets has become increasingly obvious. At the same time, the pace of launching Chinese concept financial derivatives in overseas markets has accelerated. On October 18th, 2021, MSCI China A50 Connectivity Index Futures (MCA) was listed and traded on the Hong Kong Stock Exchange, providing a new window for the opening up of China's financial market, providing more channels and risk hedging tools for international investors to invest in the Chinese market, and deepening the linkage between the Chinese market and the global financial market. The market linkage can improve the pricing efficiency and enhance the market effectiveness to a certain extent, but under this linkage, the risk fluctuation of a single financial market is often easy to spread quickly to the entire financial system, and the concentrated outbreak of risk eventually leads to systemic financial risk. Studying the correlation mechanism between financial markets and accurately evaluating the volatility spillover effect between MCA and China's mainland stock index futures is an important topic to promote the healthy development of China's multi-level capital

market, improve market effectiveness, and prevent and control the risk contagion of financial markets.

This article is based on the theory of realized variance, using the theory of quadratic power variation and the jump test method to decompose the realized volatility into continuous volatility components and jump volatility components, and conduct in-depth research on the volatility spillover effects between MCA and mainland stock index futures, respectively. In order to explore the volatility spillover relationship during extended trading periods, this article uses the LM method to identify intra-day jumps and analyzes the impact of MCA jumps during extended trading periods on the probability of jumps occurring during the opening period of mainland stock index futures. Some valuable conclusions are obtained. Research has found that there is a one-way volatility spillover effect of mainland stock index futures on MCA in terms of continuous volatility components, while the impact of MCA on mainland stock index futures is not significant whether it is short-term or long-term continuous volatility. The mainland stock index futures market shows strong stability. The jumping volatility component represents short-term significant market shocks, with distinct characteristics from the continuous volatility component. There is a significant bidirectional jumping volatility spillover between MCA and mainland stock index futures in China, and the jumping of MCA during the extended trading period also has a significant positive impact on the probability of jumping in the opening of mainland stock index futures.

The innovation of this article mainly lies in the focus of the research object on the latest listed MCA on the Hong Kong Stock Exchange. Currently, there is no literature on the volatility spillover relationship between MCA and stock index futures in the mainland market. Due to the special status of the Hong Kong market and the existence of interconnection mechanisms, the volatility spillover effect between MCA and mainland stock index futures may have its own characteristics. This topic has important practical significance. In terms of research methods, this article refers to multiple cutting-edge papers and constructs a more comprehensive volatility spillover research framework suitable for futures markets with asynchronous trading times. It not only breaks down and explores the volatility spillover effects of continuous volatility components and jumping volatility components, but also uses LM method to identify intraday jumps and analyze the impact of MCA jumps during extended trading periods on the probability of mainland stock index futures jumping. We found that the volatility spillover effects of the two components have different characteristics, which provides more details and references for analyzing the volatility spillover effects of the Hong Kong and mainland markets.

Keywords:volatility spillover; realized variance; continuous volatility; jump volatility;

目录

中文摘要	II
Abstract	IV
1. 绪论	1
1.1. 研究背景	1
1.2. 研究内容与研究方法	2
1.3. 研究意义与创新点	3
1.3.1. 研究意义	3
1.3.2. 主要创新点	5
1.4. 本文结构	6
2. 文献综述	8
2.1. 国外关于波动溢出的研究	8
2.2. 国内关于波动溢出的研究	9
2.3. 波动溢出研究方法	11
2.4. 小结	12
3. 理论基础	14
3.1. 概念界定	14
3.1.1. 波动溢出效应	15
3.1.2. 已实现波动率	15
3.1.3. 跳跃概念	16
3.2. 波动溢出相关理论	17

3.2.1. 金融一体化理论	17
3.2.2. 市场传染理论	18
3.3. 波动溢出分析与研究假设	19
4. 模型与方法	21
4.1. 已实现波动率计算与跳跃检验方法	21
4.1.1. 已实现波动率计算	22
4.1.2. 日度跳跃识别方法	24
4.1.3. 日内跳跃识别方法	25
4.2. CV-MHAR 模型构建	26
4.3. 跳跃波动溢出效应模型	30
4.4. 延伸交易时间段的跳跃波动溢出效应模型	31
5. 实证分析	33
5.1. 数据说明与描述性分析	33
5.1.1. 数据说明	33
5.1.2. 描述性统计	36
5.2. 平稳性和自相关性检验	38
5.3. 跳跃波动成分与连续性波动成分的关系	40
5.4. 连续性波动成分的波动溢出实证分析	43
5.5. 跳跃波动成分的波动溢出实证分析	45
5.6. 延伸交易时间段的日内跳跃波动溢出分析	47
5.7. 稳健性检验	51
5.8. 波动溢出效应实证总结	54

6. 总结与展望	57
6.1. 总结	57
6.2. 研究局限	58
参考文献	60
后记	68
致谢	69
在读期间科研成果目录	70

1. 绪论

1.1. 研究背景

2021 年 8 月 20 日，香港证监会宣布，香港交易及结算所有限公司将推出 A 股指数期货合约。两个月后香港交易所在 10 月 18 日正式推出 MSCI 中国 A50 互联互通指数期货（MSCI China A50 Connect (USD) Index Futures, MCA），这是港交所上市的首只 A 股期货品种。MCA 的推出不仅巩固了香港作为全球投资者进入内地市场的门户地位，也标志着中国资本市场在国际化进程中迈出了重要一步，同时也引发了市场和学术界对内地与香港股市间的联动性的探讨。一方面香港不仅是著名的国际金融中心，同时也是全球最大的人民币离岸中心，随着中国内地资本市场的开放程度不断提升，中国内地股市与香港市场间的联动性也日益增强。另一方面，沪港通和深港通机制作为连接境内资本市场和香港资本市场的通道，配合香港交易所推出的 MSCI 中国 A50 互联互通指数期货，不容置疑地将加深香港与大陆市场的联动性。这种联动性的机制和特点是学术界和市场参与者十分关心的，另外，MCA 交易时间长于境内市场，其在延伸交易时间的价格信号和波动信息可能会影响境内股指期货和现货市场，对此也应当予以重视。

面对当前世界经济的风险、机遇和不确定性，我国需要坚持对外开放积极参与和推动全球化进程，加深与国际市场的联系，提升市场效率，同时也

需要注意抵御跨境风险传染带来的市场冲击，防范重大金融风险发生，为此，我们需要更充分地认识境内外金融市场的联动关系。

1.2. 研究内容与研究方法

本课题综合研究 MSCI 中国 A50 互联互通指数期货 (MCA) 和沪深 300 股指期货 (IF)，上证 50 股指期货 (IH)，中证 500 股指期货 (IC) 之间的波动溢出效应。从标的股指成分来看，境内 3 个股指期货与 MCA 的关联度不同，可以从不同的侧面综合对比分析 MCA 对我国境内股指期货市场的影响，为我国境内金融衍生品市场发展提供有益借鉴。本课题将使用日内 5 分钟高频数据计算已实现方差来衡量股指期货市场的波动率，将已实现方差分解为连续性波动成分和跳跃波动成分，从以下角度对 MCA 与我国境内股指期货之间的波动溢出关系进行深化研究：①分析连续性波动成分上两个市场的波动溢出关系。连续性波动成分与 ARCH 类波动率测度一样，表现出连续性和聚集性特征，研究其波动溢出关系是分析 MCA 与境内股指期货联动性的基础；②研究跳跃波动成分上两个市场的波动溢出关系。跳跃波动成分与连续性波动成分具有显著不同的特征，能够刻画出市场重大突发或异常信息导致的价格突然大幅波动现象，跳跃波动成分的波动溢出关系可能与连续性波动成分的波动溢出关系具有不同特点。③考察延伸交易时间段的跳跃波动溢出情况。由于香港市场交易时间更长且完全地包含了境内期货交易时间段，具有更多的交易时间实现对新信息的定价，必须关注延伸交易时间段的信息冲击对境内股指期货市场开盘的波动影响。

本文主要采用文献研究法、实证研究法、定量与定性分析相结合等研究方法完成 MCA 和我国境内股指期货之间波动溢出关系的研究。通过搜集和查阅大量国内外专家学者对于金融市场的波动溢出效应研究的相关学术文献,对有关文献进行分析整理和重新归类研究,为本文关于 MCA 和我国境内股指期货之间波动溢出的研究提供有力的理论支撑。本文使用非参数方法,根据二次幂变差理论和相对跳跃统计量、LM 检验方法,基于高频数据计算出波动率并分解波动率中的连续性波动成分和跳跃波动成分,采用 CV-MHAR 模型、logit 模型等方法,对境内外股指期货市场的联动效应进行了一系列的理论拓展与实证研究。

1.3. 研究意义与创新点

1.3.1. 研究意义

通过研究 MCA 与境内股指期货之间的波动溢出关系能够更加深入了解两个金融市场之间的影响机制和特点。由于香港市场与境内股指期货市场在规则和投资者结构等方面的差异,市场间存在价格发现偏离和波动溢出效应,形成双向或者单向的影响关系,可能影响境内市场股指期货定价的自主能力。股指期货对股票市场的主要影响是通过股指期货市场高效的交易机制和套利机制形成具有预测性、权威性、连续性的市场价格,对股票现货市场形成预期引导,实现其价格发现功能,在岸与离岸股指期货市场的标的股指成分股往往存在一定重叠,市场的差异使得期货价格对新信息的反应存在时间或程度上的差别,而大量套利交易行为将推动两地期货价格向均衡关系回归,在

岸和离岸市场呈现出较强的协同性，股指期货之间的波动溢出关系还可能进一步影响现货市场。

研究 MSCI 中国 A50 互联互通指数期货 (MCA) 与境内股指期货之间的波动溢出效应对正确认识不同市场间联动关系、提升市场有效性和防范重大金融风险跨境传染有着重大意义。MCA 是香港交易所引入的第一个以内地 A 股市场为标的的 MSCI 指数期货，早在 2014 年和 2016 年两地交易所就推出了沪港通和深港通机制，MCA 的上市使得境外投资者可以在香港市场同时实现对 A 股资产的配置和风险对冲，现货的联通也使得 MCA 与境内股指期货之间的价格关联性大大增强。海外国际交易所为了吸引投资者参与，往往对异地上市股指期货产品设限较少，国际经验表明股指期货异地上市特别是在国际化的交易所上市，能够促进金融市场间的竞争，强化全球市场的联动性并且有助于提升市场有效性，但同时也会存在一定的不利影响，一旦异地市场出现恶意操纵价格或期货投机交易导致的极端风险事件，将严重影响本地市场金融安全。香港交易所对 MCA 的设计也保留了更高的灵活度，如准入门槛低、杠杆更高、交易时间更长、持仓和交易限制较少等。香港作为国际化的自由离岸市场，现货的互联互通与期货的联动一方面可以使内地市场更加国际化，市场效率可能得到提升，另一方面也可能使内地市场面对的不确定性更大，风险更加复杂，波动溢出问题的研究有利于准确认识市场运行机制与预判风险传递。

本研究希望系统分析 MCA 与境内股指期货之间的波动溢出效应，为投资者对冲 A 股的投资风险和我国市场监管机制建设提供一些有价值的参考。研究 MCA 与我国境内股指期货之间的波动溢出的意义在于：首先，境内市

场与香港市场存在互联互通机制, 香港推出 A 股概念股指期货将进一步加强两个市场的关联度, 通过研究 MCA 与境内股指期货之间的波动溢出关系能够更加深入了解两个金融市场之间的影响机制和特点。其次, 波动溢出关系研究能给个人和机构投资者合理配置资产提供参考, 帮助其作出理性的决策, 提升投资者抵御风险意识和能力。最后, 研究 MCA 与内地股指期货之间的波动溢出关系有利于认识金融风险传播规律和演化机理, 同时为金融监管体系提供理论依据和参考, 对市场监管机制建设和完善国内金融市场具有重要参考意义。

1.3.2. 主要创新点

本文着眼于香港交易所与境内股指期货市场的差异, 通过将已实现方差拆解为连续性波动成分和跳跃波动成分, 系统性研究了 MCA 与境内股指期货之间的波动溢出效应和风险传染机制, 得到一些有益的研究成果, 本文主要创新点内容如下:

研究对象方面, 本文聚焦于香港交易所最新上市的 MSCI 中国 A50 互联互通指数期货 (MCA), 由于香港市场的特殊地位和互联互通机制的存在, MCA 与境内股指期货之间的波动溢出效应可能存在自身的特点, 本课题具有重要的现实意义。MCA 上市时间较短, 当前暂无文献关注它与内地市场股指期货之间的波动溢出关系。

在研究方法上, 本文参考多篇前沿论文, 构建了适用于交易时间不同步的期货市场的更完善的波动溢出研究框架。已有的波动溢出研究论文大多使用 ARCH 类模型和日度或更低频价格数据对股指期货的整体波动开展研究, 或单独分析跳跃波动特征, 并且常常忽略了交易时间不同步的问题。本文使

用已实现方差来衡量市场波动，将已实现方差拆解为连续性波动成分和跳跃波动成分，分别探讨了连续性波动成分的波动溢出效应和跳跃波动成分的波动溢出效应，还进一步使用 LM 方法识别日内跳跃，分析了 MCA 在延伸交易时间段发生跳跃对境内股指期货发生跳跃概率的影响。我们发现两种成分波动溢出效应具有不同特征，这为分析香港市场与内地市场的价格联动和风险溢出提供了更多细节和参考。

1.4. 本文结构

根据本文的逻辑结构，本文共分为六个章节：

第一章，绪论。该章节介绍本课题的研究背景，引出了研究内容和所采用的研究方法，并阐述了本文的研究意义和主要创新点，最后说明本文结构。

第二章，文献综述。该章节是对国内外相关文献进行梳理与总结，介绍了当前关于波动溢出的相关研究以及方法。

第三章，理论基础。该章节介绍本文涉及重要相关概念和理论，在此基础上，对波动溢出机制进行了理论分析，并提出研究假设。

第四章，模型与方法。首先对已实现波动率的理论基础和计算方法，以及跳跃波动成分的计算和跳跃识别方法进行介绍；在此基础上介绍实证分析波动溢出效应的模型。

第五章，实证分析。本章节首先对数据来源与数据预处理过程进行了概述；然后对基于高频数据计算的日度连续性波动成分和跳跃波动成分数据进行检验，并做描述性统计；之后使用连续性波动成分构建 CV-MHAR 模型，探讨了 MCA 与我国境内股指期货之间的连续性波动成分之间的溢出效应，

使用 logit 模型分析跳跃波动溢出效应；最后一部分分析延伸时间段中 MCA 跳跃波动对我国境内股指期货开盘时段跳跃发生的概率的影响。

第六章，结论与展望。基于前述章节的理论分析和实证研究，概括性地总结全文的研究思路与研究结论，并进一步提出了本文研究不足之处以及未来的研究展望。

2. 文献综述

梳理当前相关文献发现缺少对境内外中国概念股指期货市场波动溢出的研究可直接借鉴，因此梳理了国内外对股指期货与现货之间波动溢出或其他期货品种的波动溢出研究作为参考，并总结了波动溢出研究的常用方法和前沿方法，进一步提出本文的研究视角和逻辑方法。

2.1. 国外关于波动溢出的研究

国外对关于期货市场波动溢出相关问题的研究对象范围较广。Xinmiao Zhou 等（2021）使用 VECM 模型分析了通过新闻发布获得的公共信息如何影响现货市场和期货市场之间的动态相关性，结果发现指数现货价格在价格发现过程中具有主导预测力，波动溢出效应在指数现货价格和指数期货价格之间具有显著的双向性，新闻发布与指数期货市场和现货市场之间的动态条件相关性具有显著的正相关，这也说明了信息冲击对波动具有显著影响。Parhi 等（2020）等使用 BEKK-GARCH 模型和格兰杰因果检验分析了沪深 300 现货和期货市场的波动溢出效应，认为它们之间存在阶段性的单向或双向波动溢出。Yi Zhong 等学者（2021）对比了四个多元 GARCH 模型，包括 BEKK、对角、CCC 和 DCC 模型，分析五个东南亚股市之间的波动溢出，实证结果认为中国与东南亚五个股市的波动动态条件相关性总体上是正的，并在 2015 年亚洲金融危机、美国次贷危机和股市崩盘期间达到峰值。Rastogi 等（2020）使用 BEKK-GARCH 模型和 CCC-GARCH 模型研究 NIFTY 50 指

数及其期货之间的波动溢出关系，发现现货市场和期货市场之间存在双向波动溢出效应，从现货方面来看波动溢出效应更强。Antonakakis 等学者 (2016) 使用 VAR 模型动态检验了金融危机以及欧债危机期间美国与英国期货及其现货市场的波动溢出效应，发现英美两国的期货市场存在双向溢出的特征。Corredor 等 (2015) 以 CAC40、DAX30、FTSE100、IBEX35 和 EuroStoxx50 为研究对象，使用多元 GJR 模型分析了波动溢出与投资者情绪的关系，发现投资者情绪高涨时波动溢出减少，两者呈反向变动关系。由于研究对象、样本选择，时间跨度及研究方法不同，已有研究所得结论的侧重点也有所差异，总体而言，大多数研究都认为在全球化背景下期货市场及期现市场之间存在波动溢出关系，波动溢出会受到市场情绪、事件冲击等因素的影响。

2.2. 国内关于波动溢出的研究

国内对于中国概念股指期货市场与其他市场之间的关系研究主要着眼于价格联动和定价权竞争。高连和等 (2021) 使用 DCC-GARCH 模型等方法分析了沪深 300 股指期货与道琼斯股指期货的联动性，研究发现短期内道琼斯股指期货对沪深 300 股指期货有明显影响且呈增强之势，极端行情下其影响更为显著，而在长期内二者间不存在长期均衡关系。张元萍等 (2021) 运用滚动协整迹检验和永久短暂模型、信息份额模型，讨论了上证 50 股指期货和富时 A50 股指期货的定价权归属问题，认为从整体上来看，长期和短期下上证 50 股指期货市场处于价格信息源地位的频率高于富时 A50 股指期货市场，前者对后者存在单向传导效应，两个市场的波动信息传递频繁，波动风险关联度紧密。唐志武等 (2020) 使用 GARCH 模型分析了股指期货政策调整背

景下沪深 300 股指期货和富时中国 A50 指数期货价格走势，研究认为当股指期货政策收紧期间富时中国 A50 指数期货收益率能够预测沪深 300 股指期货收益率，当股指期货政策放松后预测作用小幅下降。对价格联动和定价权竞争的分析一定程度上说明了股指期货市场之间的关联性特点，但对于波动溢出和风险溢出的研究分析还不够。

国内还有一些研究分析了股指期货现之间的价格发现关系（闵豫南，2020；高苗苗，2016）和波动溢出影响，对研究期货市场之间的波动溢出具有一定参考意义。武佳薇（2019）使用回归模型和信息贡献度模型分析了富时中国 A50 股指期货对我国期现货市场的影响，认为富时中国 A50 股指期货不会决定 A 股定价，但可能使得境内股市的波动加剧。田树喜等（2019）使用 VAR-BEKK-GARCH 模型研究了 2015 年中国股市大震荡期间三种股指期货期现市场的波动溢出效应，检验结果显示大震荡期间沪深 300 指数期货和上证 50 指数期货的波动溢出效应显著强于中证 500 指数期货。方先明等（2021）通过构建 ARMA-GARCH 模型分析了 2015 年至 2019 年中国股指期货交易政策调整影响现货市场波动率的情形，研究发现期货交易政策调整意图能够通过期货市场传导至现货市场，期现之间存在波动溢出效应。赵树然和袁东（2018）基于高频数据，通过 HAR-CAW 模型分析了股指期货现货市场的波动溢出关系，发现中长期内，沪深 300 股指期货和指数市场的价格走势受到彼此的干预，不过股指期货对于指数市场价格的干预力度更强，在短期内，这种干预力度则并不起眼，除此之外，研究发现波动溢出效应会随着时间的推移而减弱。黄嵩和肖一（2018）借助 VAR-BEKK-GARCH 模型进行定量分析，发现越是在股灾发生的时期，两个市场之间的波动溢出效应就越明显，

相反，越是在平稳时期，该效应反而不明显。陶启智等（2015）借助 BEKK-GARCH 模型，发现在沪深 300 股指期货刚上市时，更难作用于指数市场的价格，但随之逐渐被市场发展接纳，股指期货的影响力逐渐展露。章永哲和钱敏（2015）借助 GARCH、BEKK-MGARCH 模型研究发现，不论从短期还是长期来看，指数市场对期货市场价格的作用都比反过来更强烈。总体而言，国内的研究主要集中于期现货市场之间的波动溢出，并且研究结论倾向于认为现货市场对期货市场的影响更大。

2.3. 波动溢出研究方法

近年来，国内外大部分学者都借助 ARCH / GARCH 类模型对股市波动性进行研究，研究境外中国概念股指期货对国内金融市场的影响时也通常使用 GARCH 族模型，如：DCC-GARCH 模型（高连和等，2021；Yi Zhong 等，2021）、BEKK-GARCH 模型（Rastogi, 2020; Parhi, 2020; 田树喜等，2019）、ARMA-GARCH 模型（方先明等，2021；唐志武等，2020）。部分研究也使用 VAR 模型（Antonakakis 等，2016）、VECM 模型（Xinmiao Zhou 等，2021）等方法研究股指期货之间的联动性。这些模型具有一定的局限性，忽略了跳跃波动成分与连续性波动成分的差异性特征，且它们主要适用于日度收益率数据，对于交易时间不同步的市场来说容易产生模型误差。

利用已实现波动率方法研究期货和现货市场波动溢出关系是一种新的研究视角。Anderson 等学者（2001）证明了在一定条件下，通过日内高频收益率平方求和得到的已实现方差是积分方差的一致估计量。由此得到的日度波动率可以在格兰杰因果检验的框架下分析波动溢出效应。此外，Todorov (2010)

认为,波动率风险包括事先预期的随机波动率成分和不可预期的市场跳跃成分,对两者进行区分是十分重要的。在已实现波动率的基础上可以将市场整体波动分解成连续性波动成分和跳跃波动成分,Barndorff-Nielsen 和 Shephard (2006) 在引入跳跃的情况下,利用高频数据将已实现方差中的连续性波动成分、已实现双幂次变差和已实现跳跃变差进行区分,并给出了跳跃检验统计量。在国内,赵树然和袁东 (2018) 基于高频数据估计已实现波动率矩阵,通过 HAR-CAW 模型分析了股指期货现货市场的波动溢出关系。王明涛等 (2018) 和刘庆富等 (2013) 使用已实现波动率测度分析了我国股指期货和现货市场的跳跃信息含量及其跳跃之间的信息传递关系。左浩苗等人 (2012) 使用已实现波动率测度方法研究了沪深 300 股指期货与现货之间的整体波动、连续波动和跳跃的波动溢出关系,发现沪深 300 股指期货市场具有双向的溢出效应,存在较强的联动趋势。已实现波动率方法能够充分利用日内交易信息,同时可以在一定程度上回避交易时间不同步给波动率计算带来的误差,但当前已有研究存在一定局限,比如赵树然和袁东仅关注了整体波动率的溢出关系,王明涛和刘庆富仅关注了跳跃波动的特点,左浩苗等人虽然对波动率进行了拆分研究,但没有涉及到讨论不同市场交易时间不同步的问题。

2.4. 小结

目前对境内外上市的中国概念股指期货的研究主要有两类:第一类侧重于分析期货市场对于现货市场影响,第二类则侧重于分析不同股指期货市场价格的关联性,研究主要着眼于境外中国概念股指期货带来的定价权竞争,

对跨市场股指期货的波动溢出关系研究较少，MCA 上市时间较短，目前没有文献关注它与我国境内股指期货市场之间的波动溢出关系。

随着世界经济一体化程度的不断加强，金融市场间的联系更加复杂，学术界对波动溢出问题的研究不再局限于期货与其标的之间，而是将对象拓展到不同市场，以期更充分地认识市场运行机制与预判风险传递。基于此，本文在研究对象上聚焦于香港交易所最新上市的 MSCI 中国 A50 互联互通指数期货（MCA），互联互通机制可能使得香港市场和大陆市场股指期货的波动溢出存在自身的特点，因此分析 MCA 与境内股指期货之间的波动溢出效应具有重要的现实意义。在研究方法上，本文使用基于高频数据的已实现方差来刻画波动率，进一步分解出连续性波动成分和跳跃波动成分，分别讨论两种波动的溢出效应，相比于已有研究常用的 ARCH 类模型分析框架，高频数据的使用更加充分地利用了日内价格信息，同时也改进了波动率建模的准确性并且可以兼顾交易时间不同步的问题；在波动溢出分析模型上本文选择了 CV-MHAR 模型，相比于左浩苗等人的格兰杰因果检验更能展现两个市场的双向影响关系，相比于赵树然（2018）等人使用的 HAR-CAW 模型，波动的分解也展现出波动溢出效应的更多细节。另外，现有文献大部分以日度收益率为基础研究波动率，忽略了不同市场交易时间不同步的问题，本研究还借鉴王明涛（2018）的研究方法探究了延伸交易时段 MCA 对境内股指期货跳跃波动的影响，这是以前的研究中较少关注到的细节。

3. 理论基础

MSCI 中国 A50 互联互通指数期货 (MCA) 与境内股指期货既有相似之处, 又有显著区别, 一方面由于互联互通机制的存在, 两地市场融合程度较高, MCA 与境内股指期货标的股指成分股有一定的重叠, 这决定了它们的价格存在较大的关联性, 另一方面两个市场的交易机制存在差异, 最明显的就是交易时间上的区别, MCA 的日内交易时间段完全地包含了大陆市场股指期货的交易时间, 这可能导致期货在对信息定价上存在差异。为了更好地说明 MCA 与境内股指期货之间的波动溢出关系, 本节将介绍波动溢出效应的相关概念和理论并进行机制分析。

3.1. 概念界定

本研究并不采用 GARCH 类的波动率模型来刻画波动率, 一方面这类模型损失了大量的日内交易数据和波动信息, 另一方面它只能刻画连续的波动率序列, 而难以解释收益率短期大幅的变化。已实现波动率是基于高频数据而发展起来的的概念, 这与以往研究波动溢出时普遍使用的 ARCH 类传统波动率有很大不同, 它可以充分利用日内交易数据和波动信息, 同时计算简单不需要进行繁琐的参数估计, 并且具有深刻的理论基础, 其有效性和科学性都得到了充分的论证。另外, 在经典的 CAPM 模型和 B-S 模型中通常假设资产收益率满足同分布的正态随机过程, 但是实证中常常有一些难以解释的大幅度变化, 跳跃是刻画短期大幅波动的重要概念, 这是以往波动溢出研究中

常常忽略的。因此，必须对波动溢出等相关概念予以区分和界定，以便综合研究分析 MSCI 中国 A50 互联互通指数期货与我国境内股指期货之间的波动溢出效应。

3.1.1. 波动溢出效应

随着世界经济一体化进程推进，国内外金融市场间联系的愈加紧密，我们经常可以在金融市场上看到某个市场的价格波动能够引起其他市场的价格波动，Ross (1989) 认为是不同市场间信息的相互传递引起了金融资产价格的波动传递现象的发生，并首次提出了“波动溢出效应”这一概念。Hamao (1990) 研究波动率时认为金融市场的波动受到自身交易和其他金融市场资产价格波动的双重影响，前者体现为波动率的持续性和聚集性，后者更多是关联市场的冲击。不同的衍生品市场在投资者结构、交易制度等方面存在许多差异，因此对新信息的反应速度不同，在价格上表现为关联资产的波动不一致，另一方面，价格本身也作为一种信息会进行跨市场传递，因此一个市场发生的波动可能传播到其他市场，产生波动溢出现象。波动溢出效应通过刻画两个市场波动率的相互作用来衡量市场之间的相互作用。

3.1.2. 已实现波动率

研究波动溢出效应首先在于如何刻画资产价格的波动率，实际上，资产价格波动率的研究也一直是金融领域的热点问题，当前研究使用的波动率主要有以下三类：以自回归条件异方差模型（ARCH）为代表的传统波动率、以 B-S 模型为代表的隐含波动率以及基于高频数据的已实现波动率。

已实现波动率是基于对高频数据的研究而发展出来的概念，随着计算机技术的不断发展，通讯速度、数据记录能力和存储技术快速提高，日内分笔

分时数据能够记录更多的交易和波动信息，日内高频数据也开始被引入到波动率的研究当中。Andersen & Bollerslev (1998a) 提出的已实现波动率 (RV) 被定义为按一定频率抽样的日内收益率的平方之和，这种计算方式减少了数据的离散采集导致的信息流失，能够充分利用金融市场的日内价格变化信息，这种计算方式也具有严谨的理论支持，研究证明只要日内收益率的抽样频率足够高，已实现波动率就可以视为真实波动率的一致估计量。Andersen 等 (2003, 2004)、Koopman 等 (2005) 等进行的实证研究证明由高频数据计算的已实现波动率测度优于 ARCH 类模型和 SV 模型等传统波动率模型的结果，另外，已实现波动率不依赖于事先设定的理论模型，因而不需要进行繁琐的参数估计，计算也十分简便，因此国外金融学界迅速掀起了使用高频数据研究波动率的热潮。本文研究也将使用该波动率测度展开分析。

3.1.3. 跳跃概念

在经典的 CAPM 模型和 B-S 模型都有资产收益率满足同分布的正态随机过程的假设条件，但是实证结果表明资产收益率普遍存在尖峰厚尾特征和一些难以解释的大幅度变化。Andersen & Bollerslev (2003) 称这种收益率短时间、大幅度的波动为跳跃性波动或跳跃（跳跃行为）。特别是当重大事件发生时，往往会引起两个市场资产价格的大幅度关联跳跃波动，跳跃的瞬间冲击会扰乱资本市场交易机制和秩序，使投资者难以做出理性决策。收益的跳跃行为在金融市场中并不算罕见，例如美国道琼斯指数在 1987 年的“黑色星期一”下跌 22%，1992 年上海证券交易所取消限幅交易制度时，当天指数涨幅超过 110%，上市公司重大公告，市场利率、经济形势以及政府的宏观调控都可能会影响个股或者大盘指数的走势。

传统的波动率模型难以合理地解释收益为什么会在短期内产生这么大的波动，因为波动率的迅速上升需要模型残差项能够在短时间内迅速提高，无论将标准残差设定为 t 分布或是其他分布，从概率意义上产生一个较大极值的可能性都非常小，因此不适合解释资产收益的这种现象，而已实现波动率可以拆解出连续性波动成分和跳跃波动成分，对市场波动进行更准确的刻画，这也是本研究选择已实现波动率来研究波动溢出的原因之一。本文阐述中提到的跳跃、跳跃行为、跳跃波动、跳跃波动成分都是形容这样一种资产收益现象，跳跃和跳跃行为更多指现象本身，跳跃波动和跳跃波动成分更多指刻画跳跃现象的数值或指标。

3.2. 波动溢出相关理论

3.2.1. 金融一体化理论

金融一体化理论是解释金融市场间资产价格联动性的重要理论，Oxelheim（1990）将其解释为各国金融市场的双边或单边的依赖关系。随着经济的快速增长和全球化的发展，西方发达国家实行金融自由化政策，发展中国家也逐步向境外投资者开放本国市场，各国金融市场的关系日益密切。金融一体化具有以下三重含义：一是由金融制度、金融机构等基础设施互联互通构成的金融市场关联体，其能够帮助减弱金融市场交易所受到的地理或制度约束；二是金融市场之间投资者自由出入形成的关联体，提高全球金融市场流动性和有效性。三是不同金融市场上的资产价格和收益率逐渐趋同，各金融市场之间套利空间收窄。

金融一体化理论解释了不同金融市场间资产价格联动性的基础，使得不同市场间可能存在双向波动溢出现象。在金融一体化过程中，具有特定优势的金融市场也可能在价格联动中发挥主导作用，形成单向的波动溢出关系。总而言之，金融一体化理论较好地解释了为什么会产生长期的波动溢出现象。

3.2.2. 市场传染理论

市场传染说是行为金融学对于波动溢出效应的一种有效解释，该理论的假设在于市场投资者的行为并非是完全理性的，在不完全信息的市场环境中投资者行为常常容易引发金融风险传染，如羊群效应等。在现实市场中，投资者获取并处理信息的能力有限，在有限的市场信息条件下进行决策时，极易受到其他投资者的影响，表现为过度信任舆论、跟风决策的羊群行为，使得市场稳定性发生明显波动，危机出现传染现象，其本质属于非理性投资行为。股指期货价格对信息反应快，同时具有高杠杆高风险特点，投资者的心理因素对价格也会有很大的作用，这种作用在股市非正常波动的时候会更明显。

从本质上来说，金融资产价格的波动是市场信息变化导致的，新信息的产生导致对资产价格的预期发生变化进而通过市场交易形成新的均衡价格，股指期货之间的波动溢出效应也是信息溢出效应。不同市场间存在投资者结构差异、市场交易限制、信息传递成本等摩擦，对新信息的理解和反应不尽相同，信息吸收较快的市场的资产价格波动会传导至信息吸收较慢的市场，因此不同市场间存在波动溢出现象。市场传染能够较好地解释短期的波动溢出现象。

3.3. 波动溢出分析与研究假设

内地金融市场与香港交易所在 2014 年和 2016 年分别开通了沪港通和深港通，两地股票市场进一步融合，一体化程度加深。市场的联通和标的的重叠使得 MSCI 中国 A50 互联互通指数期货 (MCA) 与境内股指期货存在着紧密的联系，它们对影响 A 股市场的信息更可能做出相似的反应，这是 MCA 与境内股指期货价格具有联动性的现实基础。基于此我们提出研究假设一：

H1: MCA 与我国境内股指期货之间存在显著的波动溢出关系

在波动溢出的方向上，MCA 与境内股指期货存在以下几方面的差异，可能使得其波动溢出关系存在自身的特点：①信息优势的差异，信息传递过程中存在成本、损耗等因素的影响，香港市场作为国际化的离岸市场，国际资本可以自由出入，对国际性的市场冲击信息可能更加敏感同时价格波动也更加剧烈，反过来股市作为经济的晴雨表，内地市场对于实体经济的变化可能反应更加迅速，两个市场在不同类别的信息冲击中各自具有相对优势，在不同类别信息的交互中也必然会产生传递成本和损耗，反应在价格波动上则出现时间上的滞后或波动幅度上的缩放；②投资者结构的区别，股指期货市场价格是市场上所有投资者对股市预期的集中体现，投资者结构的差异会使得市场对于新信息的反应能力存在较大差别；内地股指期货交易的投机开仓量和持仓量受到较严格限制，套期保值交易占主要部分，市场参与者的差别也会导致资产价格对同一信息的反应有较大差异。

MCA 与境内股指期货以 A 股股指作为标的资产，在大多数时间内受到境内股票市场的影响，股指期货市场制度差别带来的投资者结构差异也可能

使得长期境内股指期货具备更强的稳定性。对于跳跃所刻画的突发信息冲击而言，非理性的投资者行为可能对价格波动的影响更大，单一市场的稳定性和影响力有所弱化。因此我们提出研究假设二：

H2：在连续性波动成分和跳跃波动成分上，MCA 与我国境内股指期货之间的波动溢出效应存在不同的特点

香港市场与境内股指期货市场还存在交易时间的不同，境内股指期货交易时间为上午 9:30–11:30 和下午 13:00–15:00，MCA 的交易时间为 T 时段上午 9:00–下午 16:30 和 T+1 时段下午 17:15–次日 3:00，完全包含了境内股指期货的交易时段，MCA 有更长的交易时间吸收信息，并且 MCA 延伸交易时段的价格波动本身也会成为信息的一部分，可能会放大信息的冲击，对境内股指期货市场的波动产生影响。据此我们提出研究假设三：

H3：MCA 延伸交易时段的跳跃波动信息会提高境内股指期货在开盘发生跳跃的概率

4. 模型与方法

资产价格的波动行为通常具有连续性和跳跃性的特征，在大部分时间中资产价格和收益率变化相对比较平稳，表现出连续性特征；但在一些特殊时候也会表现出短时间、大幅度的变化，表现出跳跃性特征。无论连续性波动还是跳跃波动都对风险管理与资产配置具有重要影响，为了区分开两种波动以研究它们的不同特征并分析波动特点的全貌，本研究尝试将已实现波动率拆解出连续性波动成分和跳跃波动成分来研究 MSCI 中国 A50 互联互通指数期货（MCA）对我国境内股指期货的波动溢出效应，下文将介绍已实现波动率计算和跳跃检验方法，在此基础上构建实证模型，分析 MCA 与境内股指期货之间的波动溢出关系。

4.1. 已实现波动率计算与跳跃检验方法

跳跃的检验是基于已实现波动率的计算，当前的研究中对资产收益跳跃的识别主要有两类方法：基于模型估计的参数化方法和基于高频数据的非参数方法。参数化方法不能将跳跃直接进行量化识别，也无法对日内的跳跃特征进行刻画。非参数方法是基于高频数据和二次幂变差理论（Barndorff & Shephard, 2006）估计出波动率和波动率中的连续波动部分，跳跃波动（Andersen, 2010）表示为波动率估计量与连续波动估计量的差值。Lee & Mykland（2008）使用价格对数收益率与瞬时波动估计的比值标准化后作为

识别跳跃的统计量，设定统计量阈值来识别收益率日内的跳跃。下文将介绍已实现波动率的计算和上述两种跳跃识别方法。

4.1.1. 已实现波动率计算

在实际金融市场交易中资产价格往往因为制度设定或交易噪音表现出非连续的特征，在事件冲击下容易出现短期、突然、大幅度的波动，随着金融资产价格高频数据的应用和计量方法的发展，跳跃扩散过程的价格模型和可用于检验跳跃的模型应运而生，能够很好地描述金融资产价格变化过程中的跳跃现象。以 p_t 表示连续时间对数价格，可以将通用跳跃扩散模型以随机微分方程的形式表示为：

$$dp(t) = \mu(t) \cdot dt + \sigma(t) \cdot dw(t) + k(t) \cdot dq(t), t \geq 0 \quad (1)$$

$\mu(t)$ 表示漂移项，瞬时波动率 $\sigma(t) > 0$ ， $w(t)$ 是独立于漂移的标准布朗运动，计数过程 $q(t)$ 被归一化，使得 $q(t) = 1$ 表示在时间 t 的一个跳跃， $q(t) = 0$ 则表示没有跳跃； $k(t)$ 表示跳跃发生时跳跃波动的大小；虽然资产定价论点通常是在连续时间中提出的，但实证研究总是基于离散抽样的价格。我们将(1)中的跳跃扩散模型中的单周期离散时间回报 r_t 表示为：

$$r_t = p(t) - p(t-1), t = 1, 2, \dots \quad (2)$$

在考虑日内回报时，用 $p_{t,j}$ 表示第 t 天的第 j 个日内对数价格，其中 $j = 0, 1, \dots, M$ 和 $t = 1, 2, \dots, T$ 。类似地 $r_{t,j}$ 表示第 t 天的第 j 个日内回报：

$$r_{t,j} = p_{t,j} - p_{t,j-1}, j = 0, 1, \dots, M, t = 1, 2, \dots, T \quad (3)$$

参考 Andersen & Bollerslev (1998a)，Andersen 等人 (2001a) 和 Barndorff-Nielsen & Shephard (2002) 的研究方法，我们将第 t 天的实际波动 RV_t 定义为：

$$RV_t = \sum_{j=1}^M r_{t,j}^2, \quad t = 1, 2, \dots, T \quad (4)$$

根据二次变分理论, RV_t 通常为(1)中定义的基础对数价格过程的二次变化提供了每日增量的一致估计量。具体来说, 当取样次数 $M \rightarrow \infty$ 时:

$$RV_t \rightarrow \int_{t-1}^t \sigma(s)^2 ds + \sum_{s=q(t-1)+1}^{q(t)} k(s)^2, \quad t = 1, 2, \dots, T \quad (5)$$

没有跳跃时, 第二项消失, 实际波动率一致地估计连续性波动率。然而, 一般而言, 已实现的波动性度量包括对源自平方跳跃的总变化的贡献, 因此不能提供必要的连续样本路径变化的一致估计。Barndorff-Nielsen 和 Shephard (2004, 2006) 表明, 通过使用双幂变化测量, 可以对等式(5)右侧的项进行单独的非参数识别。具体来说, 实现的双幂变化 BV_t 定义为:

$$BV_t = \mu_1^{-2} \sum_{j=2}^M |r_{t,j}| |r_{t,j-1}|, \quad t = 1, 2, \dots, T \quad (6)$$

其中 $\mu_1 = \sqrt{2/\pi}$, 可以证明, 即使存在跳跃, 当 $M \rightarrow \infty$ 时:

$$BV_t \rightarrow \int_{t-1}^t \sigma(s)^2 ds, \quad t = 1, 2, \dots, T \quad (7)$$

跳跃引起的总回报变化的贡献 RJ_t 由两者之间的差异来估计, 当 $M \rightarrow \infty$ 时:

$$RJ_t = RV_t - BV_t \rightarrow \sum_{s=q(t-1)}^{q(t)} k(s)^2, \quad t = 1, 2, \dots, T \quad (8)$$

理论上随着抽样频率不断提高, M 逐渐趋于无穷大, 计算出来的 RV 是真实波动率的一致估计量。然而实际上, 一方面受限于现实实践抽样频率不能无限提高, 另一方面抽样频率的提高也会带来市场微观结构噪声愈加严重的问题, 在这种情况下, 已实现波动测度不再是真实波动率的一致估计量。

An-Sahalia Mykland & Zhang (2005)、Bandi & Russell (2006) 等研究证明, 微观结构噪声的方差占真实收益率的方差的比例将随着抽样时间间隔趋于 0

而逐渐增大，因此计算已实现方差时必须在信息量（抽样频率）与微观结构噪声影响程度之间进行权衡。一般认为，5 分钟数据可视为几乎不受到微观结构噪声影响的最高频率数据（Andersens, 2001b; Koopman, 2005）。大部分国内外现存文献也通常采用 5 分钟抽样频率的样本数据进行实证，本文也将据此选择 5 分钟频率交易数据来开展研究。

4.1.2. 日度跳跃识别方法

为了避免在没有跳跃发生的时候将部分连续的价格变动归因于跳跃波动，Andersen 等人（2010）提出通过一个可行的检验统计量评估每日跳跃的显著性，判断跳跃是否发生：

$$Z_t = \sqrt{M} \frac{\ln RV_t - \ln BV_t}{\sqrt{(\mu_1^{-4} + 2\mu_1^{-2} - 5)TQ_t BV_t^{-2}}} \rightarrow N(0,1) \quad (9)$$

分母中 TQ_t 由下式定义：

$$TQ_t = \frac{1}{M} \mu_{4/3}^{-3} \sum_{j=3}^M |r_{t,j}|^{4/3} |r_{t,j-1}|^{4/3} |r_{t,j-2}|^{4/3}, \quad t = 1, 2, \dots, T \quad (10)$$

其中 $\mu_1 = \sqrt{2/\pi}$, $\mu_{4/3} = 2^{2/3} \Gamma(7/6) \Gamma(1/2)$, $\Gamma(\cdot)$ 代表 gamma 函数，该统计量渐近服从标准正态分布，原假设为在第 t 天没有发生跳跃，如果检验统计量超过了的临界值，可以认为第 t 天发生了跳跃。因此，跳跃波动成分 RJ_t 定义为：

$$RJ_t = I_{\{Z_t > \phi_{1-\alpha}\}} (RV_t - BV_t), \quad t = 1, 2, \dots, T \quad (11)$$

$I_{\{\cdot\}}$ 为指示函数， $\phi_{1-\alpha}$ 为标准正态分布的 $1 - \alpha$ 分位数， α 为显著性水平；基于对跳跃波动成分的估计，连续性波动成分 CV_t 的估计自然由剩余变化获得：

$$CV_t = RV_t - RJ_t = I_{\{Z_t \leq \phi_{1-\alpha}\}} RV_t + I_{\{Z_t > \phi_{1-\alpha}\}} BV_t, \quad t = 1, 2, \dots, T \quad (12)$$

也就是说，我们通过在无显著跳跃的日子里使用已实现方差和在有显著跳跃的日子里使用已实现的双幂变化来估计连续性波动成分。

4.1.3. 日内跳跃识别方法

Andersen 等人 (2010) 的检验方法无法对日内的跳跃特征进行刻画，只能判断某一天是否发生了跳跃，这在研究市场交易时间不同步的市场时存在一些不足。Lee & Mykland (2008) 用价格对数收益率与瞬时波动估计的比值标准化后作为识别日内跳跃的统计量，设定统计量阈值来检验跳跃，这种方法可以识别在日内发生了几次跳跃。

将时间区间 $[0, T]$ 等分为 $0 = t_0 < t_1 \cdots < t_n = T$ ，时间间隔 $\Delta t_i = t_i - t_{i-1}$ ，构建检验 Δt_i 时间段是否发生跳跃的检验统计量 θ_i ， θ_i 为 t_i 时间段的收益率与 t_i 时刻瞬时波动估计量 $\sigma_{t_i}^2$ 的比值，瞬时波动估计量 $\sigma_{t_i}^2$ 可以用 t_i 之前的 $m-1$ 个短时间段的收益率的二次幂变差计算，假设 t_i 时刻的资产价格为 p_{t_i} ，相关计算公式为：

$$\theta_i = \frac{\ln \frac{p_{t_i}}{p_{t_{i-1}}}}{\sigma_{t_i}^2} \quad (13)$$

其中：

$$\sigma_{t_i}^2 = \frac{1}{m-2} \sum_{j=i-m+2}^{i-1} \left| \ln \frac{p_{t_j}}{p_{t_{j-1}}} \right| \left| \ln \frac{p_{t_{j-1}}}{p_{t_{j-2}}} \right| \quad (14)$$

计算瞬时波动估计量的时间窗口长度 m 需要满足两个条件，取值需要远小于总样本数 n ，同时为了消除跳跃对瞬时波动估计值的影响需要保证取值

足够长, Lee 和 Mykland 对 m 取值时采用不小于 $\sqrt{242 \times \text{obs}}$ 的最小整数, obs 为一天内收益率观察次数。

记 A_n^- 为没有发生跳跃的时间段 i 的集合, 当 $\Delta t \rightarrow 0$ 时, 有:

$$\frac{\max_{i \in A_n^-} |\theta_i| - C_n}{S_n} \rightarrow \vartheta \quad (15)$$

其中:

$$C_n = \frac{(2 \ln n)^{1/2}}{c} - \frac{\ln \Pi + \ln(\ln n)}{2c (2 \ln n)^{1/2}}, S_n = \frac{1}{2c (2 \ln n)^{1/2}}, \quad (16)$$

$$c = \sqrt{\frac{2}{\Pi}}$$

ϑ 的累积概率分布为:

$$P(\vartheta < x) = \exp(-e^{-x}) \quad (17)$$

β^* 在 1% 和 5% 显著性水平下对应 4.60 和 2.97, 当 $\frac{|\theta_i| - C_n}{S_n} > \beta^*$ 时, 可以拒绝没有跳跃的原假设, 即认为该时间段在对应显著性水平下发生了跳跃, 通过检验研究期间内每个抽样时间段是否发生跳跃, 可以统计出资产价格在 1 天内发生了几次跳跃, 以及跳跃发生所处的时间段。

4.2. CV-MHAR 模型构建

已实现波动率一经提出, 其度量金融市场波动的科学性和适用性就迅速得到了国内外学者的广泛认可, 如何对已实现波动率进行建模分析成为国内学术界探讨的重要内容, 其中基于已实现方差的异质自回归模型 (RV-HAR) 就是十分重要的一类模型。

在金融学中, Muller (1993) 提出异质市场假说来解释不同类型的市场预期对于金融市场造成的不同影响, 与理性人假说不同, 异质市场假说认为, 市场是由不同交易期限的交易者构成的, 而不同交易期限的交易者存在不同的市场预期和风险偏好, 其关注和可获得的信息量也存在较大差异, 对信息的冲击会有不同的投资行为反应, 导致对价格变化与价格波动率产生不同程度的影响, Muller (1997)、Dacorogna (1998) 等学者基于异质市场假说将 ARCH 模型扩展为 HARCH 模型, 以刻画不同交易者对波动率的差异化影响。Corsi (2009) 则将异质市场假说与高频数据结合起来应用, 提出一种简洁而有效拟合波动率的异质性自回归已实现波动率模型 (RV-HAR), 结合交易者在交易市场中的持有时间差异, 将其划为短期 (1 天)、中期 (1 周) 和长期 (1 月) 三个层面, 可以从不同程度上对市场的波动造成影响。在 Corsi (2009) 提出的 HAR 模型中, 所构建的异质性是指投资时间层面的差异。金融工程理论认为衍生工具市场具有三种典型的投资者, 即投机者、套利者和套期保值者, 他们具有不同的行为特征和持仓周期, 如套期保值者的交易频率比投机者低得多。HAR 模型一经提出就得到了国内外学者的广泛关注, 并持续应用于不同金融市场的建模研究。最为重要的是, 目前国内外学者的研究结论一致证实了 RV 模型相比传统模型在对金融资产波动率建模方面具有重要优势。

Corsi (2009) 所提出的 RV-HAR 模型以过去的日波动率、周均波动率以及月均波动率 (对应三种不同持有周期或交易频率的交易者) 来描述各自未来一定时期的波动率, 对已实现波动率测定建立了一阶自回归模型:

$$RV_{t+1}^{(m)} = c^{(m)} + \varphi^{(m)} RV_t^{(m)} + \varepsilon_{t+1}^{(m)} \quad (18)$$

$$RV_{t+1}^{(w)} = c^{(w)} + \varphi^{(w)} RV_t^{(w)} + \phi^{(m)} E_t[RV_{t+1}^{(m)}] + \varepsilon_{t+1}^{(w)} \quad (19)$$

$$RV_{t+1}^{(d)} = c^{(d)} + \varphi^{(d)} RV_t^{(d)} + \phi^{(d)} E_t[RV_{t+1}^{(w)}] + \varepsilon_{t+1}^{(d)} \quad (20)$$

其中, $RV_t^{(d)}$ 、 $RV_t^{(w)}$ 、 $RV_t^{(m)}$ 分别为在 t 期观察到的日度已实现方差 RV 、历史 5 期的周均 RV 、历史 22 期的月均 RV , $c^{(*)}$ 和 $\varepsilon^{(*)}$ 分别表示常数项和随机项。短期已实现波动率受到自身滞后一期波动和同一时刻中期已实现波动率期望值的影响, 中期已实现波动率受到自身滞后一期波动和同一时刻长期期已实现波动率期望值的影响, 月已实现波动率只受到自身滞后一期波动的影响。将式 (18-20) 代入整理并简化符号, 最终得到式 (21) 所示的 RV -HAR 模型:

$$RV_t = \beta_0 + \beta_d RV_{t-1} + \beta_w RV_{t-1|t-5} + \beta_m RV_{t-1|t-22} + \varepsilon_t \quad (21)$$

$$RV_{t-j|t-h} = \frac{1}{h+1-j} \sum_{i=j}^h RV_{t-i}, j \leq h \quad (22)$$

虽然模型形式较为简单, 但 RV -HAR 模型准确刻画了金融资产波动率的尖峰胖尾特征, 并且通过纳入每日、每周和每月的时间长度的自回归因子, 能够考虑的短期、中期和长期不同时间内历史信息对已实现波动率的影响, 很好地描述波动率时间序列长记忆性特征。此外, RV -HAR 模型可以表示为严格的自回归形式, 采用简单的最小二乘法进行估计, 因此相对于以往 $ARFIMA$ 模型具有计算少、估计简洁等特点。在准确性方面, Engle (2002), Koopman 等 (2005) 指出, 基于高频交易信息的方差预测相较于 $GARCH$ 或者是 SV 模型所拟合日收益率的方差预测具有更好的表现。

对于 HAR 模型的有关研究, 现有的主流方法均是在 Corsi (2009) 所提出的 HAR 模型基础上进行拓展, 如考虑了跳跃、正负波动等, 推动了该模型的发展和完善, 使其刻画金融资产波动率的精确性得到了不断提高。目前最主要的思路通过运用已实现二次变差理论和已实现半方差理论, 对已实现波动率进行分解, 然后将所分解得到的因素加入基本的 RV-HAR 模型中, 如通过在 RV-HAR 加入跳跃波动成分, 构成 RV-J-HAR 模型。具体为:

$$RV_t = \beta_0 + \beta_d RV_{t-1} + \beta_w RV_{t-1|t-5} + \beta_m RV_{t-1|t-22} + \beta_j J_{t-1} + u_t \quad (23)$$

基于日内高频金融数据对协方差矩阵进行预测建模的发展较晚, 以已实现协方差估计量为基础, HAR 模型进一步拓展为多元异质性自回归波动率模型 (MHAR), MHAR 模型可以准确地刻画不同资产收益率波动之间的联动关系, 帮助分析波动溢出效应。由于协方差测算过程中涉及非同步时间的信息, 误差较大, 协方差也不是我们关注的重点, 因此设定协方差矩阵为对角矩阵, 并将协方差矩阵进行拉直处理。我们的研究希望拆解出连续性波动成分和跳跃波动成分并分别探讨 MCA 与境内股指期货的波动溢出效应, 因此我们以公式 (12) 计算的连续性波动成分 CV 和跳跃检验识别出来的跳跃波动成分 RJ 为研究对象。本文研究的中国概念股指期货市场具有不同的特点, 交易机制为 T+0, 对应的股票市场交易机制为 T+1, 因此股指期货的持有周期一般更短, 投机者往往倾向于做短期交易或日内交易, 股指期货主力合约一般为当月或次月合约, 对冲者为了实现更好的对冲效果也会定期调整头寸, 套利者相对较少, 根据持仓周期也可以分为短期和长期交易者, 因此在本研

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/438073134061006031>