

国际原油期货市场对我国大宗商品期货市场间的风险溢出效应研究

研究生姓名：单倩 导师姓名：金涛

学科：应用经济学 研究方向：金融学 年级：2021 级

中文摘要

大宗商品作为经济体系中的核心生产要素，其价格波动会对宏观经济产生重要的影响。而国际原油作为全球大宗商品的标杆，是引领实体经济和金融市场日常运行的重要组成部分，其价格波动势必影响着其他大宗商品的价格走势。中国作为原油消耗大国，原油主要源于进口，对进口原油的依赖程度极高。因此，一旦国际原油价格出现波动，这种变化必然会波及到我国的大宗商品市场，引发一系列的连锁反应。了解国际原油期货市场与我国大宗商品期货市场间的风险溢出效应有利于监管部门及时识别风险，制定有效的风险防控政策，帮助投资者规避大宗商品期货市场的风险，鉴于此展开了本文的研究。

本文从时频域视角出发，选取国际原油期货市场与我国大宗商品期货市场的代表性指数，使用 Diebold & Yilmaz 溢出指数模型和 Barunik & Krehlik 频域溢出指数模型，分析时域和不同频域内国际原油市场与我国大宗商品期货市场间的风险溢出效应。最后结合时频域实证结果进行综合分析，得到如下结论：

首先，基于静态时频域的风险溢出效应分析可知，国际原油期货市场与我国大宗商品期货市场之间存在着双向的风险溢出效应，且这种溢出效应呈现出非对称性。国际原油期货市场的风险增大会加大我国大宗商品期货市场的风险，同时我国大宗商品期货市场风险增大也会在一定程度上引起国际原油期货市场波动。其次，在时域层面，系统内的总溢出指数为 46.93%，两市场间有着较强的风险溢出。进一步深入到频域层面的分析，当不考虑其他频域的影响时，可以观察到短期波动在系统内部产生的溢出效应更为显著。随着时间的推移，中长期的溢出效应逐渐减弱。当考虑不同频域之间的相互影响时，总溢出指数均大于 40%，并且呈现出逐步增大的趋势。不同频域间的相互作用会增强每个频域内部变量之间的溢出效应，这也表明国际原油期货价格变化与我国大宗商品期货价格变动之间的相互影响具有持续性。再次，时频域内，国际原油期货始终为风险的净输出者，它们对系统的影响更多是以信息溢出的形式存在。我国大宗商品期货均为国际原油期货的风险净接受者，其中我国能源商品指数为国际原油期货最大的风险接受者，谷物商品指数是最小的风险接收者。不同频域内的两两

净溢出存在差异，短期内国际原油期货与我国大宗商品期货的两两净溢出最大，中长期净溢出效应相对较小，这表明国际原油期货与我国大宗商品期货之间的关联性是持续的。最后，对于动态风险溢出效应而言，不同频域下总溢出指数的波动范围逐步减小，短期波动与时域波动类似，中期波动和长期波动类似；在样本期内国际原油期货市场与我国大宗商品期货市场间的总溢出效应会发生变化，这种变化与一系列重大金融及政治事件紧密相关。

基于上述实证分析，并结合实际情况提出如下建议：一、综合考虑油价冲击影响，优化市场监管；二、对标国际标准，加快完善和优化中国期货市场品种体系；三、借鉴国际原油期货市场发展经验，优化我国原油期货市场发展，增强中国在国际原油定价方面的话语权；四、提高大宗商品期货市场投资者的专业能力，降低风险发生的几率；五、加快推进建设全国统一大市场，完善大宗商品市场的基础设施与基本制度。

关键词：国际原油；大宗商品；风险溢出

A Study on the Risk Spillover Effect between the International Crude Oil Futures Market and China's Commodity Futures Market

Graduate student: Shan Qian

Supervisor: Jin Tao

Major: Applied Economics

Research direction: Finance

Grade:2021

Abstract

As a core production factor in the economic system, the price fluctuations of commodities can have a significant impact on the macroeconomy. As a benchmark for global commodities, international crude oil is an important component that leads the daily operation of the real economy and financial markets, and its price fluctuations will inevitably affect the price trends of other commodities. As a major consumer of crude oil, China mainly relies on imports and has a high degree of dependence on imported crude oil. Therefore, once international crude oil prices fluctuate, this change will inevitably affect China's commodity market, triggering a series of chain reactions. Understanding the risk spillover effects between the international crude oil futures market and China's commodity futures market is beneficial for regulatory authorities to identify risks in a timely manner, formulate effective risk prevention and control policies, and help investors avoid risks in the commodity futures market. Therefore, this study is conducted.

This article takes a time-frequency perspective and selects representative indices of the international crude oil futures market and China's commodity futures market. Using the Diebold & Yilmaz spillover index model and Barunik & Krehlik frequency domain spillover index model, it analyzes the differences in risk spillover effects between the international crude oil market and China's commodity futures market in the time and different frequency domains. Finally, based on the empirical results in the time-frequency domain, a comprehensive analysis was conducted, and the following conclusions were drawn:

Firstly, based on the static time-frequency domain analysis of risk spillover effects, it can be concluded that there is a bidirectional risk spillover effect between the international crude oil futures market and China's commodity futures market, and this spillover effect exhibits asymmetry. The increased risk in the international crude oil futures market will increase the risk in China's commodity futures market, and at the same time, the increased risk in China's commodity futures market will also cause fluctuations in the international crude oil futures market to a certain extent. Secondly, at the time domain level, the total spillover index within the system is 46.93%, indicating a strong risk spillover between the two markets. Further in-depth analysis at the frequency domain level reveals that when the influence of other frequency domains is not considered, it can be observed that short-term fluctuations generate more significant spillover effects within the system. Over time, the spillover effects in the medium to long term gradually weaken. When considering the mutual influence between different frequency domains, the total overflow index is greater than 40% and shows a gradually increasing trend. The interaction between different frequency domains will enhance the spillover effect between internal variables in each frequency domain, which also indicates that the mutual influence between international crude oil futures prices and changes in Chinese commodity futures prices is persistent. Again, in the time and frequency domain, international crude oil futures have always been the net exporter of risk, and their impact on the system is more in the form of information spillovers. China's commodity futures are all net risk recipients of international crude oil futures. Among them, China's energy commodity index is the largest risk receiver for international futures, while the grain commodity index is the smallest risk receiver. There are differences in pairwise net spillovers in different frequency domains. In the short term, the pairwise net spillovers between international crude oil futures and China's commodity futures are the largest, while the net spillover effects in the medium to long term are relatively small. This indicates that the correlation between international crude oil futures and China's commodity futures is sustained. Finally, for the dynamic risk spillover effect, the fluctuation range of the total spillover index gradually decreases at different time scales, with short-term fluctuations similar to time-domain fluctuations and medium-term fluctuations similar to long-term fluctuations; The total spillover effect between the international crude oil futures market and China's commodity futures market will change during the sample period, which is closely related to a series of major financial and political events.

Based on the above empirical analysis and combined with the actual situation, the following suggestions are proposed: Firstly, comprehensively consider the impact of oil

price shocks and optimize market supervision; Secondly, Benchmarking international standards, accelerating the improvement and optimization of the variety system in China's futures market; Thirdly, Drawing on the development experience of the international crude oil futures market, optimizing the development of China's crude oil futures market, and enhancing China's voice in international crude oil pricing; Fourthly, Improve the professional ability of investors in the commodity futures market and reduce the probability of risk occurrence; Fifthly, Accelerate the construction of an orderly national unified market, and further improve the infrastructure and basic system for the high-quality development of China's commodity market.

Key Words: International crude oil; Commodities; Risk overflow

目 录

中文摘要	I
Abstract.....	III
一、绪论	1
(一) 研究背景与意义	1
1. 研究背景	1
2. 研究意义	2
(二) 文献综述	3
1. 风险溢出效应原理研究	3
2. 风险溢出度量方法研究	3
3. 国际原油市场与大宗商品市场有关研究	4
4. 文献评述	5
(三) 研究框架、研究方法与技术路线	6
1. 研究框架	6
2. 研究方法	7
3. 技术路线	8
二、理论基础和机理分析	9
(一) 相关概念界定	9
1. 大宗商品	9
2. 风险溢出效应	9
(二) 理论基础	10
1. 价格传导理论	10
2. 风险传染理论	11
3. 有效市场理论	11
4. 行为金融理论	12
(三) 市场关联机理分析	13
1. 现货市场路径	13
2. 金融市场路径	14
三、研究设计	16
(一) 数据	16
1. 变量选取及数据来源	16

2. 描述性统计分析	20
(二) 模型	21
1. Diebold & Yilmaz 溢出指数模型	21
2. Barunik & Krehlik 频域溢出指数模型	23
四、国际原油期货市场与我国大宗商品期货市场间的风险溢出效应实证分析	26
(一) 基础检验	26
1. 平稳性检验	26
2. ARCH 效应检验	26
(二) 静态时域风险溢出效应分析	26
1. 系统总溢出指数、方向性溢出指数和净溢出指数分析	27
2. 两两净溢出指数分析	28
(三) 静态频域风险溢出效应分析	29
1. 系统总溢出指数、方向性溢出指数和净溢出指数分析	29
2. 两两净溢出指数分析	32
(四) 溢出网络分析	33
(五) 动态风险溢出效应分析	34
1. 动态总溢出指数分析	35
2. 动态方向性溢出指数分析	36
3. 动态净溢出指数	41
(六) 稳健性检验	43
1. Diebold & Yilmaz 溢出指数模型稳健性检验	43
2. Barunik & Krehlik 频域溢出指数模型稳健性检验	45
五、结论与建议	50
(一) 研究结论	50
(二) 政策建议	50
(三) 研究展望	52
参考文献	54
致谢	
论文独创性声明	
论文使用授权声明	

一、绪论

（一）研究背景与意义

1. 研究背景

在信息一体化与经济全球化不断深入发展的当下，风险在不同市场间的传导速度呈现出日益加快的趋势。随着全球金融市场的紧密连接和信息技术的飞速发展，风险的传播路径变得更为复杂和多元。跨市场的金融风险溢出效应愈发明显，成为影响金融市场稳定的重要因素之一。这种溢出效应仿佛一条无形的纽带，将不同市场紧密联系在一起，其影响不仅仅局限于该市场内部，而是会通过各种渠道迅速传导至其他相关市场，引发连锁反应。不仅加剧了金融市场的波动性和不确定性，还可能导致金融危机的发生和蔓延。因此，市场间的风险溢出效应研究也成为了热门课题。

原油在国民经济中扮演着重要角色，从全球范围来看，中东波斯湾沿岸、北美洲的美国、欧洲及欧亚大陆、非洲的西非几内亚湾和北非地区以及亚太地区都是重要的原油生产地，这些地区的原油产量和储量对全球能源市场具有显著影响。目前，国际原油市场的贸易活动相当频繁，交易量巨大，诸多国家对原油的需求较大。对于那些原油资源相对稀缺的国家而言，他们不得不依赖进口原油来填补供需缺口，这种对外部资源的依赖不仅关系到国家的能源安全，也直接影响着国家经济发展的稳定性。与此同时，原油资源丰富的国家则拥有独特的优势，即他们可以通过原油出口的方式来获取大量的外汇收入。这些外汇收入不仅可以用于国内的经济建设和发展，还能提高国家的国际支付能力，增强其在全球经济中的话语权。因此，对于这些国家来说，原油出口不仅是经济发展的重要支柱，也是提升国家综合实力的关键所在。然而，无论是原油进口国还是出口国，都面临着原油价格波动的风险。因此，原油价格的变化往往会对原油进出口国及全球经济产生强烈冲击，陈卫东等学者（2020）^[1]的研究也进一步证实了这一点。

国际原油期货市场的推出不仅为投资者提供了一个可以参与原油交易的平台，更为他们提供了一种有效的风险管理工具。国际原油期货市场也成为了规避原油价格风险的有效途径，越来越多的交易者进入市场，也为市场带来了新的不确定性。我国作为全球最大的发展中国家，对原油的需求十分巨大，2023 年我国原油进口量为 56399 万吨，同比增长 11.0%，中国对进口原油的依赖程度也相当高，国际原油价格的变动将会给我国的经济带来巨大冲击。与欧美等发达国家相比，我国大宗商品期货市场的发展确实起步相对较晚，但发展却十分地迅速。近年来，我国期货市场交易规模持续扩大，随着市场的不断发展和投资者的积极参与，期货市场的成交额和成交量

呈现出稳步增长的态势。作为金融市场的一部分，我国商品期货市场在多方面都发挥着重要作用，通过期货交易，企业可以锁定成本、规避风险，实现稳健经营。同时，期货市场也为投资者提供了参与经济发展的机会，促进了资本的形成和有效配置。但目前我国期货市场的发展仍存在一些问题，如报价机制不健全、市场开放程度不够等，我国商品期货市场的发展还有很多工作要做。

中国经济发展对国际原油依赖度较高，一旦国际原油价格波动就会对中国经济产生巨大影响。随着全球经济一体化的深入发展，原油的金融属性愈发受到人们的重视。与此同时，中国商品期货市场也在逐步开放，与国际市场的联系日益紧密。在这样的背景下，国际原油价格的变化不再仅仅是一个单一市场的波动，而是会对我国不同行业的大宗商品期货产生不同程度的冲击。因此，进行国际原油期货市场与我国大宗商品期货市场间的风险溢出效应的研究就显得十分必要，密切关注国际原油价格的动态，维护我国大宗商品期货市场的稳定和发展。

2. 研究意义

本文的理论意义主要体现在：

（1）本文以国际原油期货市场、我国大宗商品期货市场为主要研究对象，将我国大宗商品期货市场分为九大行业进行全面研究，分析国际原油期货市场与我国大宗商品期货市场间的风险溢出效应，并总结风险溢出的演变特征，为构建更加完善的市场风险管理体系提供理论支持，补充该领域的理论研究。

（2）从时域视角出发，深入探索国际原油期货市场与我国大宗商品期货市场之间的风险溢出效应，采用多种计量模型进行度量与分析。运用 Diebold & Yilmaz 提出的溢出指数模型，量化两个市场在时域上的风险溢出程度，并揭示其动态变化特征。采用 Barunik & Krehlik 提出的频域溢出指数模型，深入探究不同频域下的风险溢出差异，揭示风险在不同频域的传递特征，丰富理论研究。

本文的现实意义主要体现在：

（1）为投资者规避大宗商品期货市场的价格风险提供了重要的参考依据。通过研究投资者们可以更加清晰地看到我国不同行业大宗商品期货与国际原油期货之间的风险关系，投资者就能更加准确地判断市场趋势，为风险管理提供有力的支持。同时，为投资者提供更为全面和准确的市场信息，投资者可以利用这些信息，结合自身的投资策略和风险承受能力，优化投资组合配置，制定出更加合理的投资计划，以实现更为稳健的投资回报。

（2）为政府宏观部门在制定风险控制政策时提供了有力的支持和参考。政府部门可以依据这些研究结果，更加清晰地认识到不同市场之间的风险传导情况，从而能够更为精准地监控和预防可能出现的系统性风险。具体来说，风险溢出效应的研究可

以帮助政府部门识别出大宗商品期货市场与国际原油期货市场间的关联性,进而评估这些关联性对整体经济稳定性的影响。政府部门可以利用研究结果,构建更加完善的风险预警机制,及时发现并应对潜在的市场风险。此外,风险溢出效应的研究还可以为政府部门在制定风险控制政策时提供科学依据,可以根据国际原油与我国不同大宗商品之间的风险溢出程度,有针对性地制定差异化的风险控制策略,以提高政策的针对性和有效性。

（二）文献综述

1. 风险溢出效应原理研究

目前有关风险溢出效应的理论研究主要分为两种:一是认为风险溢出效应源于实体经济间的相关关系;二是认为风险溢出效应是由于金融市场之间风险的传染性,即金融风险传染理论。

实体经济间的风险传递主要通过成本从实体产业链的上游传导到下游市场,当上游产品价格出现波动时,下游产品的生产成本也随之改变,生产厂商为了保持一定的盈利空间则会通过提高自身产品价格来实现,导致最终的价格波动将反映在最终产品的价格波动上,并且实体经济的价格波动也会一定程度反作用于资本市场。Mc Queen认为,资本市场与实体经济间的波动影响是双向的,资本市场的波动状况会传导至实体经济当中,同样实体经济的波动状况也会传导至资本市场中。王东风(2007)的研究表明,金融市场中的风险溢出不仅会在金融体系中相互传递,也会由金融体系向实体经济产生风险溢出,进而对实体经济产生影响^[2]。

金融风险传染理论认为,金融市场及其细分领域会由于多种因素而形成复杂的联系,如政治、经济、投资者偏好等,因此当其中的某一市场发生危机时,信息会迅速在多市场中进行传递,根据市场有效理论,这种信息传递也会迅速反映在金融市场上,造成风险在不同市场中的传染现象。Theodossiou, Lee(1993)从行为金融学的角度分析了不同金融市场之间风险波动的溢出效应^[3], Barberies(2005)提出了风险传染的原因,包括分类传染、偏好传染和信息传染^[4]。Asgharian(2011)认为危机会加剧金融风险在不同市场间的扩散^[5]。Forbes, Rigobon(2002)认为,金融风险的溢出是由一个国家(或地区)引起的风险影响,它导致市场之间的相关性显著增加,即当风险到来时,市场之间的相关系数显著增加,并且存在风险溢出效应^[6]。

2. 风险溢出度量方法研究

Engle(1982)年提出了 ARCH 模型,由此开始了风险溢出相关的研究^[7], Bollerslev(1987)提出的 GARCH 模型使波动溢出研究逐渐成为热门^[8]。在此基础上, Engle 和 kroner(2000)提出了双变量 BEKK-GARCH 模型^[9], Engle(2002)提出了条件动态

GARCH 模型 (DCC-GARCH)^[10], 用来估计股票、债券、道琼斯指数、NASDAQ 等金融时间序列, 并被证实该模型确实具有很好的拟合性。刘慧悦 (2016) 运用 DCC-GARCH 模型研究了不同国家金融市场间的动态关联性^[11], 张翀和陈启宏 (2020) 使用 BEKK 模型和 DCC 模型研究利率债与利率互换间的波动溢出效应^[12]。Sklar (1959) 年提出的 Copula 函数, 可以用来描述变量之间的同期相关性^[13]。史永东, 丁伟 (2013) 利用 Gaussian Copula 模型对股票市场与债券市场风险溢出效应的总体特征及时变特征进行了研究^[14], 刘建和, 王勇 (2018) 运用 Copula-CoVaR 模型研究沪铜期货和伦敦铜期货之间的风险溢出关系^[15]。

随着相关模型方法的不断更新迭代, 对风险溢出的度量也呈现出不断深入的趋势。Diebold & Yilmaz (2009) 首次提出了用来度量不同变量间波动关系的溢出指数模型^[16]。之后又进行了改进以避免变量之间的序列依赖问题^[17]。Kang 和 Tiwari (2019) 使用此模型生成了网络方向矩阵进行国际原油和农业商品之间的频域连通性研究^[18]。Barunik & Krehlik (2017, 2018) 从频域层面出发^[19], 借鉴 Stiasny (1996)^[20]和 Dew-Becker & Giglio (2016)^[21]的方法构建频域溢出指数模型, 该模型可以捕捉在不同周期下的溢出效应。王爱俭等 (2021) 从利用该模型测度分析了全球和中国地缘政治风险在短、中、长期对中国金融周期波动的溢出效应^[22], 王喜平和王婉晨 (2022) 运用此模型考察了我国碳市场与电力市场在短、中、长期的静态溢出和时变溢出^[23]。

3. 国际原油市场与大宗商品市场有关研究

Zhang 和 Chen (2014) 发现在不同时期和不同行业层面, 原油价格冲击对我国大宗商品市场的波动溢出效应存在差异^[24]。沈虹和何启志 (2014) 研究发现全球金融危机爆发后国内外期货市场之间的风险溢出效应明显较爆发前会增大^[25]; Zhu, Song 和 Khouri (2021) 发现油价波动对中国商品期货市场的溢出效应是动态的, 且油价波动可能是各波动期的净发送器^[26]。Tian 等 (2020) 研究认为我国原油市场与国内外大宗商品市场间均存在双向的正向的风险溢出效应, 呈现出不对称的特征^[27]。王智茂和杨森 (2023) 发现国际原油价格和我国商品期货价格具有显著的波动溢出效应, 且通常国际原油价格是风险的传递者^[28]。

在国际原油市场与其他原油市场的研究中, 很多学者进行了国际原油市场与我国原油市场的相关研究。周少甫和周家生 (2006) 研究发现原油市场上的信息传递由国际原油市场到国内市场的单向传递^[29]。董秀良和张屹山 (2006) 研究发现布伦特原油市场对我国原油市场存在溢出效应^[30], 王雪标等 (2012) 也发现 WTI 原油市场与布伦特原油市场对我国原油市场存在单向的波动溢出效应^[31]。魏巍贤和林伯强 (2007) 研究表明国内油价变动相对于国际油价处于被动地位, 国际油价具有导向作用^[32]。高丽和高世宪 (2019) 有关研究发现 WTI 原油期货、布伦特原油期货与上海原油期货

之间存在非对称的溢出效应^[33]。Liu & Gong (2020) 研究也发现了这一非对称溢出效应^[34]。张大永和姬强 (2018) 的研究表明国际油价变化对中国原油期货市场对存在明显的正向冲击^[35]。李强等 (2020) 认为国际原油市场与国内原油期货市场对存在明显的动态条件相关性和风险溢出效应^[36]。在国际原油市场与化工市场的研究中, 刘映琳等 (2019) 实证发现, 国际原油价格与沪胶等期货价格之间的相关性呈现出周期性^[37]。梁仁方等 (2016) 发现金融危机前后原油期货对 PTA 期货均会产生正向的溢出效应^[38], Wang 等 (2019) 研究发现国际原油价格波动会加大汽油、燃料和天然气期货的风险^[39]。

在原油市场与农产品市场的研究中, 黄季焜等 (2009) 研究发现石油价格上涨显著地拉动了中国粮价的上涨^[40], 吕惠明和蒋晓燕 (2013) 研究发现结果国际原油价格对国内大宗农产品价格波动有较大影响^[41]。刘映琳等 (2019) 实证发现, 国际原油价格与大豆商品期货价格之间的相关性变化具有一定的周期性。杨应策等 (2024) 研究发现原油价格及分解冲击对我国农产品小麦价格、玉米价格等粮食作物的非对称影响有限, 但对经济作物大豆价格影响显著^[42]。有些学者的研究认为原油与多数农产品间存在溢出关系, 一旦原油价格剧烈变动, 会给农产品带来风险。Nazlioglu 等 (2013) 证明国际原油价格波动的冲击能够传递到农产品市场^[43]。诸多学者的研究原油与玉米、大豆、小麦之间存在波动溢出效应 (吴海霞等, 2013^[44], 肖小勇和章胜勇, 2016^[45], 郭玉晶等, 2015^[46]), 并且 Ji & Fan (2012)^[47]、Mensi et al. (2014)^[48]、谭小芬等 (2018)^[49]、Yahya et al. (2019)^[50]以及 Tiwaria et al. (2020)^[51]研究发现, 原油期货价格变动对农产品期货价格的溢出效应是动态变化的。

在原油市场与金属市场的研究中, Hammoudeh 和 Yuan (2008) 研究表明贵金属市场会受到油价波动的影响^[52], Lescaroux (2009) 实证发现贵金属价格对油价波动的反映较为强烈^[53], 而 Soytaş 等 (2009) 研究结果却相反, 他们发现国际原油价格对黄金价格的影响程度较弱^[54]。Sari 等 (2010) 研究发现石油和白银之间存在双向关系, 而石油和黄金之间几乎是单向的^[55]。吴迪和何建敏 (2010) 研究表明原油期货价格在一定程度上可作为沪铜期货价格的领先指标, 判定沪铜期货价格的走向^[56]。Le 和 Chang (2012) 研究发现石油价格冲击会对实际黄金回报产生正向影响^[57]。Behmiri 与 Manera (2015) 发现, 与贵金属相比, 有色金属不易受到原油价格波动的影响^[58]。Ahmadi 等 (2016) 证明有色金属市场在重大经济事件发生前更易受到原油的冲击^[59]。Wu 等 (2020) 发现原油期货价格与金属期货价格动态相关, 二者间的溢出效应是时变的^[60]。

4. 文献评述

上述研究通过多种方法和不同视角，剖析了国际原油市场与大宗商品市场之间的关系。这些研究成果为本文进一步探讨两市场间的溢出效应提供了宝贵的参考。在已有的文献中，我们可以看到，原油期货与不同大宗商品期货市场存在不同的溢出效应。这种溢出效应在不同的市场特征和时间尺度下表现出差异。此外，当金融系统遭遇风险冲击时，风险溢出效应会随之发生变化。这种变化不仅体现在溢出效应的强度上，还表现在其影响范围和持续时间等多个方面。因此，对风险溢出效应的动态特征进行深入的刻画和解析也显得尤为重要。

然而，值得注意的是，一方面现有研究在探讨我国大宗商品期货市场时，往往缺乏足够的细化，已有研究通常将我国大宗商品期货市场分为三大类，因此，本文将针对我国大宗商品期货市场进行更为详尽的分类，将其划分为九类进行深入探讨。另一方面，现有研究大多集中于进行静态研究以及时域下的研究，未考虑不同频域下市场间的溢出效应可能存在的差异。基于以上，本文运用 Diebold & Yilmaz 溢出指数模型和 Barunik & Krehlik 频域溢出指数模型，从时频域视角出发进行研究，进行静态测度和动态分析，更加全面地分析与测度国际原油市场与我国大宗商品期货市场间风险溢出效应和时频域溢出差异，从而为政府部门和投资者进行风险防控、监管政策制定和投资抉择提供参考。

（三）研究框架、研究方法与技术路线

1. 研究框架

参照以往学者的研究成果，并结合现实的市场情况进行细致的考虑。在选取代理变量时，特别关注国际原油期货品种的重要性和影响力。WTI 原油期货和 Brent 原油期货是全球原油市场的两大基准价格，它们的价格变动不仅反映了全球原油供需的基本面情况，还受到地缘政治、宏观经济、货币政策等多种因素的影响。因此，将它们作为国际原油市场的代理变量，能够较为准确地捕捉国际原油期货市场的动态和趋势。同时，为了全面反映我国大宗商品期货市场的运行情况，本文选取了万得商品大类指数作为代理变量。这些指数包括谷物商品指数（CRFI）、化工商品指数（CIFI）、能源商品指数（ENFI）等，涵盖了我国大宗商品期货市场的主要行业和领域。这些指数的变动情况也能够较好地反映我国大宗商品期货市场的价格走势和风险状况，为研究风险溢出效应提供了有力的数据支持。

本文共分为五部分，主要内容安排如下：

一、绪论。主要介绍本文的研究背景、研究意义、梳理相关研究形成文献综述、介绍研究方法及构建研究框架，为后续研究做基础和铺垫。

二、理论基础和机理分析。在大宗商品和风险溢出效应概念界定的基础上，对价格传导理论、风险传染理论、有效市场理论和行为金融理论进行阐述，并全面梳理国际原油期货价格变化与大宗商品期货价格变化间的传导机制，为本文实证部分的撰写奠定理论基础。

三、研究设计。介绍数据来源，进行初步的数据处理以及描述性统计分析，分析 WTI 原油期货、BRENT 原油期货以及我国商品指数的情况，对使用到的 Diebold & Yilmaz 溢出指数模型和 Barunik & Krehlik 频域溢出指数模型进行详细介绍。

四、国际原油期货市场与我国大宗商品期货市场间的风险溢出效应实证分析。运用 Diebold & Yilmaz 波动溢出指数模型，Barunik & Krehlik 频域溢出指数模型，从时频域视角出发，分析不同时期、不同频域下的风险溢出效应，总结不同波动期下的溢出差异。

五、结论与建议。结合理论分析及时频域实证结果，得出有关国际原油期货市场与我国大宗商品期货市场间风险溢出效应的结论，补充了原有的大宗商品市场理论研究。并结合实际，为政府和市场的参与者提供风险规避的理论依据。

2. 研究方法

主要研究方法如下：

（1）文献分析法：通过对国内外关于原油市场与大宗商品市场风险研究的文献进行系统的梳理，本文不仅深入了解了该领域的研究现状，还对比了不同学者之间的研究观点和方法，为本文的研究提供了坚实的理论基础和参考依据。在梳理文献的过程中，通过对文献的仔细阅读和分析，在总结现有研究成果的基础上，进一步明确了研究问题和方法，选择了合适的研究对象，形成了本文的研究思路。

（2）实证分析法：①Diebold & Yilmaz 溢出指数模型。该方法可以精确地了解某一市场的波动是如何传递到其他市场的，以及这种传递的强度和方向。并且能够捕捉溢出效应的动态变化；②Barunik & Krehlik 频域溢出指数模型，能够区分不同频率下的溢出效应，更深入地理解市场间的相互作用在不同时间尺度上的表现，可揭示不同频域下两市场间的风险溢出情况。

本文的创新点体现为以下方面：

第一，研究两市场的风险溢出效应更为深入具体。使用 Wind 商品大类指数，细化我国大宗商品期货市场，将其划分为九类市场，更细致的分析国际原油期货市场与我国大宗商品期货市场间的风险溢出效应。

第二，模型方法比较新颖前沿且适合。从时频域视角出发，运用两种模型研究时域和不同频域内国际原油期货市场与我国大宗商品期货市场的间风险溢出效应，得出不同波动期下的溢出结果，总结溢出效应的差异。

3. 技术路线

本文基于“提出问题-分析问题-解决问题”的思路展开研究，技术路线如下图所示：

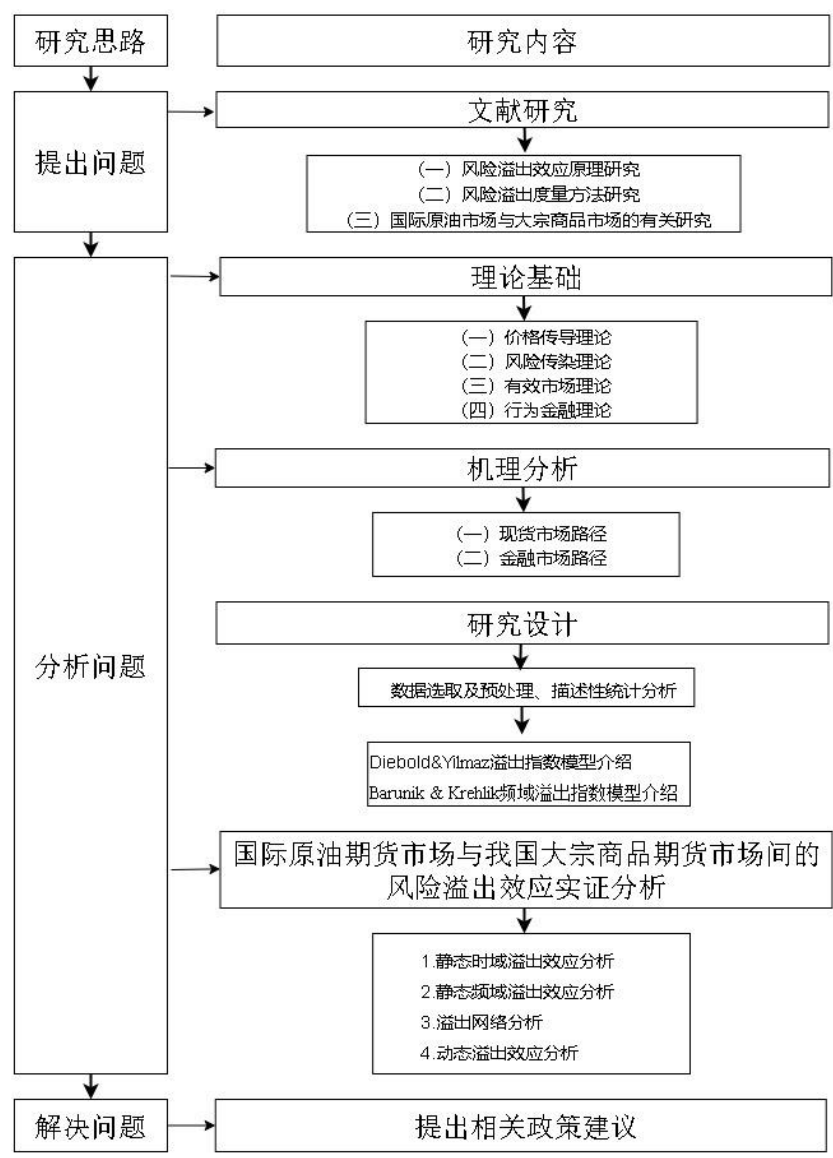


图 1 技术路线图

二、理论基础和机理分析

（一）相关概念界定

1. 大宗商品

大宗商品，顾名思义，是指那些具有大量生产和交易规模的商品，它们在全球范围内流通，通常不直接进入零售环节，而是作为工业生产和消费的重要原材料。这些商品在国民经济中占据重要地位，其价格波动不仅影响着生产者的成本和利润，也直接关系到消费者的生活成本和国家的发展。大宗商品具有多样化的种类，包括能源商品，如原油、煤炭和天然气。基础原材料，如钢铁、有色金属和铁矿石，以及农产品，如大豆、小麦和棉花等。这些商品都是工农业生产不可或缺的基本要素，其供应和需求的变化都会直接影响到相关行业的运行和整体经济的稳定。

大宗商品市场作为商品经济高度发展的产物，是一个涵盖了现货及期货交易的重要场所。在这里，各类大宗商品，如能源、金属、农产品等，通过现货交易和期货合约的买卖，实现了资源的有效配置和价值的最大化。现货市场，作为大宗商品市场的基石，涵盖了生产、流通、贸易和消费等多个环节，为大宗商品市场的稳健运行提供了坚实的基础，也为买卖双方提供了直接的交易平台和渠道。在这个市场中，商品的实际交付和货款支付同时进行，体现了商品交易的本质。伴随着电子商务交易、仓储物流以及金融服务的日益发展，现货市场逐渐催生了场外市场和期货市场（黄运成，2015^[61]）等多元化的交易形态，为投资者提供了更为丰富的交易选择和风险管理工具。其中期货市场是对现货市场的延伸和补充，通过期货合约的交易，参与者能够规避未来价格波动的风险，实现稳定经营。

鉴于大宗商品在工业生产中扮演着至关重要的角色，它们是制造各类工业产品的基础原料。因此，大宗商品价格的波动不仅仅是一个局部的市场现象，更是会对整个经济体系产生广泛而深远的影响。在这些大宗商品中，原油占据着特殊的地位。作为大宗商品的基础原料，原油不仅是能源行业的重要支柱，更是众多工业领域的核心原料。一旦原油价格出现波动，其影响并非仅仅局限于原油市场本身，而是会沿着产业链逐步传导，最终波及整个经济体系。此外，大宗商品市场也是一个全球性的市场，其价格受到全球经济形势、政治事件、自然灾害、货币政策以及供需关系等多种因素的共同影响。这些因素或直接或间接地作用于大宗商品价格，使其呈现出复杂多变的态势。

2. 风险溢出效应

对于风险溢出效应的定义，不同的学者有着不同的解释。马歇尔（1890）认为溢出效应的经济含义和“外部性”较为相似，风险溢出效应可以被视为一种广泛存在的外部影响。当某个经济主体进行一项经济活动时，其产生的效应并不仅限于预期的经济效益，往往还会对其他经济主体产生直接或间接的影响。广义的溢出效应描述了一个市场在运行过程中，不仅受到自身内部因素的影响，还会受到与之相关的其他市场影响。这种影响可能表现为正向的促进效应，也可能表现为负向的抑制效应。狭义的溢出效应的研究对象更为具体，主要聚焦于金融资产价格序列之间的风险溢出。特别是在金融领域。当某一金融资产的价格发生波动时，这种波动可能会通过市场间的信息传递和投资者行为的互动，传递到其他金融资产，引发连锁反应，导致整个金融体系的稳定性受到威胁。

目前学者们将风险溢出效应分为两种类型：均值溢出效应和波动溢出效应。均值溢出指的是某一市场的价格或收益率的变动不仅受到自身前期价格或收益率的影响，还受到来自其他市场前期价格或收益率的影响。可以解释两个市场间的互动关系。具体来说，当一个市场的价格或收益率发生变化时，这种变化可能会对另一个市场的价格或收益率产生正向或负向的影响。均值溢出效应体现了不同商品之间的价格联动关系，当某一商品的价格波动较大时，可能引发其他相关商品价格的波动，进而影响整个商品市场的稳定性。波动溢出是指不同的市场之间存在相互关联，当某一市场受到冲击或发生波动时，这种波动可能会通过某种渠道传递到其他市场，引起其他市场的波动，可能由经济环境的变化、政策调整、市场情绪的波动等多种因素引发。这种溢出效应通常用收益率序列的二阶矩表示，也就是收益率的方差，通常能表示溢出的大小，而不能表示溢出的方向。

（二）理论基础

1. 价格传导理论

价格传导指市场中某种商品或服务的价格发生变化，进而诱发其它商品或服务的价格发生变动。其中，成本推动的价格传导理论最早由 Silver & Wallace（1980）提出，在产业链中，上游产品作为下游产品的原材料，其价格在下游产品的生产成本中占据较大比重。一旦上游产品的价格变动，下游产品的生产成本也会随之变化，最终体现在下游产品的售价上。虽然产品价格受到多种因素的影响，但在市场充分竞争的情况下，生产下游产品的边际成本和企业利润将直接决定产品的最终价格。当上游的原材料和中间投入品等生产资料价格上涨时，下游企业尽管可以通过优化生产流程、改进生产技术等方式提高生产效率，但往往难以完全消化上游成本增加造成的影响。

在这种情况下，生产成本的上升将反映在产品下一轮的流通价格中，最后导致市场中的最终消费品价格的上涨。

金融资产，作为特殊商品，其价格基于实物资产价值。实物资产价格变动时，金融资产价格亦随之调整。金融交易中，资产按市价等价交换，宏观上供需平衡，但具体交易中双方所持资产价值量可能不等，这是因为金融资产价格变化及其传导机制的复杂性。此外，金融资产价格波动传导性值得关注，即一种资产价格变动通过多种市场渠道对其他资产价格产生溢出效应，实质是一种金融资产价格的变动会通过直接或间接的方式，对其他金融资产的价格造成冲击或影响。

2. 风险传染理论

自 1997 年亚洲危机、1998 年俄罗斯危机以及 2008 年的次贷危机，学界越来越重视金融风险传染的研究，Masson 于 1998 年将金融风险传染划分为两种类型，一种是由于实体经济基本面互相关联引发的“风险相依”。“风险相依”意味着，金融危机可以通过“溢出效应”在国家之间传播。一场危机通过贸易和国际市场金融化等外部联系影响另一个国家。因此，正如 Pesaran 和 Pick 于 2007 年指出的那样，由相互依赖导致的危机原则上可以用宏观经济基本面来预测。另外一种则是由于金融市场投资者行为的转变引发的“净传染”。金融市场之间的风险传染使得不同金融市场的波动周期趋于一致，进一步强化了金融市场间的风险传染强度。

广义上，金融风险传染可定义为某个金融市场的波动引起其他金融市场波动的行为。当信息在不同市场间传递时，市场参与者可以依据所得的市场信息调整资源配置，使得不同市场间的资本价格趋于一致，风险也会随着这一过程发生转移，实现金融风险的跨区域、跨市场传染。金融传染现象是一种复杂的动态过程，它可以通过价格、资本等多种渠道影响并扩散至其他市场。这种传染效应不仅加速了与其他市场间的信息传递，还会引发市场间的联动效应。这种联动性既可能在国内市场间形成，也可能跨越国界，在国际市场间扩散。在国内市场中，一旦某家金融机构出现信用危机，其经营状况和市场评级会受到直接冲击，这种冲击会迅速波及到同类型的金融机构，进而加剧整个市场的危机感。随着风险的蔓延，可能会诱发更为严重的金融危机，对整个金融体系造成冲击。在国际市场中，各国经济相互依存，紧密相连。一国市场的微小波动，都可能通过金融市场联动、投资者行为等多元路径，传导至其他国家市场，引发连锁反应。这种传导机制往往涉及跨国金融中介的资金融通活动，使得风险会在不同国家市场间快速蔓延。

3. 有效市场理论

Eugene Fama, 1970 提出了有效市场假说理论。该理论的观点在于，一个理想的证券市场应能充分反映所有可获取的信息，这样的市场就可以定义为有效市场。有效

市场可细分为弱有效市场、半强有效市场和强有效市场三种，在强有效市场中，所有市场的相同金融资产价格表现为一种随机游走的状态，市场收益率以白噪音的形式呈现，各市场间的信息无任何溢出效应。

然而，现实中的金融市场远非如此理想化。由于市场交易制度尚待完善，投资者行为时常偏离理性轨道，导致金融市场之间充斥着大量的信息摩擦。不同投资者获取信息的渠道千差万别，信息源分布的不对称性以及内幕交易的频繁发生，使得市场信息无法实现完全对称。同时市场中真正能够保持理性的投资者数量有限，羊群效应等非理性行为时常发生，这使得投资者的决策往往偏离理性轨道。在这样的背景下，金融市场往往呈现出弱有效市场的状态。信息不对称和羊群效应等问题相互作用，导致金融传染现象在金融市场中尤为突出。资产间存在着可观测的溢出效应，即市场中某资产价格的变动往往会引发相同或替代资产价格的联动。更进一步地，由于不同市场间共同信息的存在以及对信息反应速度的差异，强有效市场往往会对弱有效市场产生风险溢出，加剧了市场间的风险联动和不确定性。

4. 行为金融理论

行为金融理论最早由美国的教授 Burrell 和 Bauman 于 1951 年最先提出，行为金融理论认为，投资者并非总是理性的，他们的决策可能受到自身认知局限、情感、心理预期和情绪等多种因素的影响，因此启发式决策、羊群效应等投资行为，会导致市场间的信息流动更加频繁。

具体来说，一是启发式决策。在金融市场中，信息不对称现象普遍存在，由于获取信息需要成本，无论是专业的投资机构还是普通的散户投资者，他们在处理信息的能力上都存在一定的限制。这导致了投资者在做出决策时，往往只能基于自己掌握的部分信息和过去的经验进行判断，而无法全面掌握市场的整体情况。这种局限性使得投资者的决策过程带有一定的主观性和不确定性。在这种情况下，启发式决策成为投资者常用的一种策略。投资者会依赖自己熟悉的模式、规则和直觉来做出判断，以期在复杂多变的市场中找到确定性。当市场上众多的投资者在各自有限的条件下做出选择时，他们的决策会相互影响，从而导致市场的资产价格发生波动。这些波动并不是孤立的，而是会通过各种渠道传播到其他市场，产生连锁反应。例如，某个市场的价格波动可能会影响投资者的信心，进而影响到其他市场的交易行为。此外，由于市场间的联动性，这种波动很容易被放大并传染到其他市场。一个市场的动荡可能会迅速扩散到其他市场，引发更广泛的市场波动，增加市场的不确定性。

二是羊群效应。由于信息的不完全性和非对称性，许多投资者往往受限于自身的专业知识和判断力，这使得他们在做决策时倾向于放弃独立思考，转而跟随他人的行为。这种跟风现象在金融市场中尤为普遍，容易导致非理性的投资趋向，使得市场出

现过度反应和泡沫。在现实中，小型投资机构常常会追随大型投资机构的步伐进行投资决策，而散户投资者则倾向于参考投资机构的行为来制定自己的投资策略。这种盲目跟风的行为不仅缺乏理性分析，而且容易导致市场出现系统性风险联动。当某个市场或资产的价格出现波动时，投资者可能会因为缺乏独立判断而盲目跟风，从而加剧市场的波动。以国际原油价格为例，当价格发生剧烈波动时，一些投资者可能会基于自己的判断调整投资策略，增加或减少持仓比例，这种行为很容易引发其他投资者的盲目跟风。这些投资者可能并没有对原油市场进行深入的研究和分析，而是简单地模仿他人的行为，从而进一步放大风险并传播至大宗商品市场等其他市场。

（三）市场关联机理分析

1. 现货市场路径

期货的价格对现货价格具有领先作用，因此期货价格变化会引发对应标的资产的现货价格发生变化。原油是诸多大宗商品的原材料之一，因此国际原油价格的变动会影响以原油为生产材料的我国其他大宗商品的的生产成本，而根据成本推动的价格传导理论，这种生产成本的变化将反映在现货价格上。

具体来看，首先，原油和下游能源化工产品是产业链上的上下游产品，根据成本推动的价格传导理论，位于产业链上游的原油价格出现波动会直接影响下游能源化工产品的生产成本。这是因为下游产品在生产过程中，原油是不可或缺的原材料，其成本占据了相当大的比重。因此，当原油价格上涨时，下游产品的生产成本也会随之增加；相反，当原油价格下跌时，下游产品的生产成本则会相应减少。这种生产成本的变动，最终会反映到下游产品的最终价格上。由于市场竞争的存在，企业通常会根据成本的变化来调整产品的售价，以确保利润的稳定。因此，原油价格的变动会带动下游能源游化工等产品的最终价格发生同向变动，其次，原油是农产品生产资料投入品的重要原料，Chenery（1975）^[62]认为原油通过影响农业生产成本来影响农产品的价格，原因在于农业生产投入的化学肥料、农药、农产品运输等都与原油息息相关，农业的生产需要大量的能源聚集和使用，油价变动会通过农产品中间投入要素成本影响粮食价格。最后，油价变动也会通过生产成本和运输成本对金属市场产生影响。

此外，金属矿产行业本身就具有高能耗的特性。在生产过程中，煤炭、电力等能源资源的消耗占据重要地位。一旦能源价格上升，生产成本也会相应增加，这种成本上升最终会体现在金属矿产等大宗商品的最终价格上。考虑到我国金属矿产资源的地理分布特点，大部分资源集中在西部内陆地区，而东南沿海地区的消费需求却相对旺盛。这种地域分布不均导致运输成本成为企业成本结构中的一大组成部分。在全球化的背景下，国际原油价格的变动不仅影响运输业的运营成本，还会通过供应链传导至

金属矿产等大宗商品的生产和流通环节。当国际原油价格上涨时，运输成本随之上升，这进一步推高了金属矿产等大宗商品的成本，最终反映在市场价格上。因此，国际原油期货价格的变动往往会间接地影响我国大宗商品期货价格。

影响产品价格的因素有很多，供求关系是其中非常重要的影响因素，当最终产品的需求发生变化时，对于生产材料的需求也会发生变化，进而导致生产材料的价格发生变化。即以原油为生产材料的大宗商品价格发生变化时，也会一定程度上导致原油的价格发生变化。又由于可再生能源需求的增加，农产品价格对原油价格的影响开始增大。例如生物燃料的引入减少了对化石燃料的依赖，并对全球油价构成下行压力。而期货价格以现货价格为基准，现货价格的变化会反映在期货价格上，最终表现为我国大宗商品期货价格会引发国际原油期货价格发生变化。因此，国际原油期货与我国大宗商品期货间存在着双向的影响。

2. 金融市场路径

原油价格通过金融市场传导的主要原因就是在于大宗商品的金融化（史晨昱，2011）^[63]，国际原油在大宗商品市场中具有很强的金融属性。国际原油和以原油为生产材料的产品大部分均存在对应的期货产品，而国际原油期货作为重要的套期保值工具，其价格波动不可避免地会对我国的期货市场产生影响，这种影响不仅局限于单一期货品种，而是会不同期货产品之间流通与传递。原油期货作为大宗商品市场的核心，它在某种程度上构建了一个连接不同大宗商品期货价格的信息网络。

由于期货市场体系内各市场之间存在着紧密的相互作用机制，这种相互作用机制使得一个市场的参数变化能够迅速传递到其他相关市场，引发连锁反应。具体来说，当某一期货市场的价格、交易量或持仓量等关键参数发生变动时，这种变动会通过多种渠道迅速传播至其他市场。例如，价格变动可能会通过套利机制影响到相关品种的价格，交易量变动可能会引发市场情绪的波动，进而影响其他市场的交易活跃度。这种相互作用机制的存在使得期货市场体系具有高度敏感性和联动性。一旦某个市场出现异常波动，这种波动很可能会迅速蔓延至整个市场体系，对整个市场体系的稳定性和健康发展构成威胁。因而根据风险传染理论，我国大宗商品期货的价格会受到国际原油期货价格的影响。

欧美等国际大宗商品市场经过长期发展，已经相当成熟，拥有大量的市场参与者和庞大的交易量，市场效率也相对较高。相比之下，我国大宗商品市场尚处于发展阶段，期货品种尚不完备，且主要参与者以国内投资者为主，这在一定程度上限制了全球期货市场价格信息的有效传递。根据有效市场理论，中国大宗商品价格的波动在很大程度上受到国际原油期货市场的影响。尤其是贵金属如黄金、白银等，因其出色的保值特性，往往成为原油投资者进行风险对冲的首选。原油通常被视为商品市场价格

变动的核心驱动因素，其价格的微小变化都可能引发其他商品价格的连锁反应。根据行为金融理论，当国际原油期货价格发生剧烈变化时，市场上的部分投资者会进行投资组合的调整，这种行为会被其他投资者盲目跟风，进而使风险扩大并传播到我国大宗商品期货市场中。

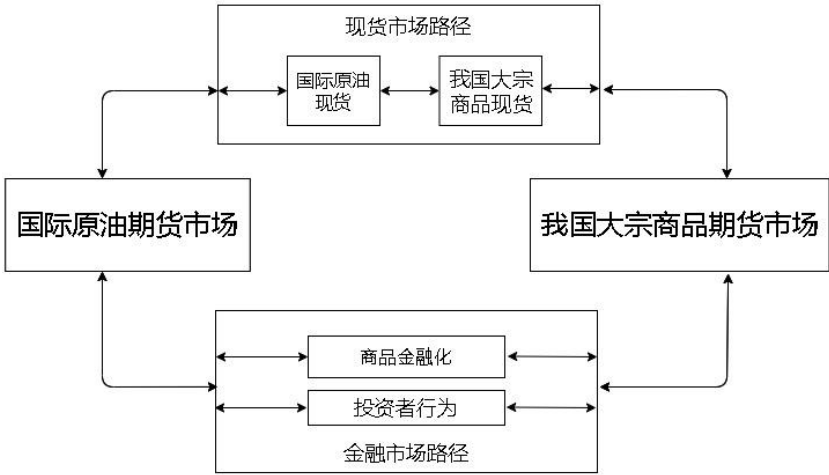


图 2 传导路径

三、研究设计

（一）数据

1. 变量选取及数据来源

WTI 原油期货合约和 Brent 原油期货合约是国际上原油期货中交易量最大、交易最为活跃的两个原油期货合约，本文参照以往学者的研究并结合现实考虑，选取两原油期货合约作为国际原油期货市场的代理变量。对我国大宗商品期货市场分行业进行研究，选取谷物商品指数（CRFI）、化工商品指数（CIFI）、能源商品指数（ENFI）等商品指数，将上述商品指数作为我国大宗商品期货市场的代理变量。

基于以上，构建“国际原油期货市场-我国大宗商品期货市场”信息系统，数据源于 Wind 和美国信息能源署，变量及代码见下表。

表 1 变量说明及代码

金融系统	变量说明	变量代码
国际原油市场	WTI 原油期货价格	WTI
	Brent 原油期货价格	Brent
我国大宗商品期货市场	化工商品指数	CIFI
	谷物商品指数	CRFI
	能源商品指数	ENFI
	煤焦钢矿商品指数	JJRI
	有色金属商品指数	NFFI
	贵金属商品指数	NMFI
	非金属建材商品指数	NMBM
	油脂油料商品指数	OOFI
	软商品商品指数	SOFI

所用数据为日度数据，鉴于非金属建材商品指数于 2009 年 5 月 25 日推出，因此选择样本区间为 2009 年 7 月 1 日-2023 年 6 月 30 日，剔除非同时交易日期数据。

（1）WTI 原油期货

WTI 原油期货的交易主要在纽约商品交易所进行，期货交易量位居世界第一，交易也最为活跃，是北美地区的原油价格代表。WTI 原油期货之所以能够获得如此高的交易量和活跃度，一方面得益于美国拥有全球最成熟的金融市场。美国金融市场体系完善，监管制度健全，吸引了大量的投资者和交易者参与其中，这为 WTI 原油期货

提供了良好的交易环境和广阔的发展空间。另一方面，美国作为世界上最大的经济体之一，拥有较大的政治地位和较强的国际影响力，这使得 WTI 原油期货在国际原油市场中具有较高的认可度和影响力。许多国家和地区的原油交易都以 WTI 原油期货价格为基准进行定价，进一步推动了其交易量的增长。作为世界原油市场的三大基准价格之一，WTI 原油期货价格不仅影响着美国本土的能源市场，还对全球原油市场产生深远影响，许多国家和地区在进行原油贸易时，都会参考 WTI 原油期货价格来制定交易策略。此外，WTI 原油期货价格也是国际油价的重要风向标，对于全球经济、政治和金融市场都具有重要意义。因此，WTI 原油期货不仅是一个重要的投资品种，更是一个全球性的市场参考指标。对于管理部门和投资者来说，了解和掌握 WTI 原油期货的市场动态和价格变化，对于制定风险管理和投资策略至关重要。

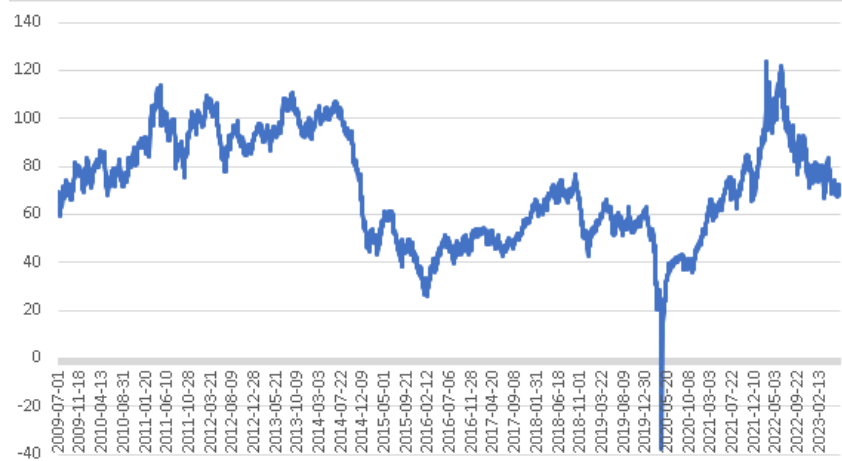


图 3 WTI 原油期货价格走势

从图 3 中可以看出，从 2007 年至 2023 年期间，WTI 原油期货价格发生了较大的变化。2009 年至 2013 年，WTI 原油期货价格较高。由于 2008 年爆发了全球金融危机，美联储采取多次降息的做法使得美元出现快速贬值，另外市场的投机者们也在不断开展投机交易，投机资金的不断炒作推动着原油价格一路飙升。国际油价处于振荡上升期。2011 年初油价达到 100 美元，并在此后的 3 年时间里保持在相对高位状态。之后美国页岩气开采技术进步飞快，原油产量大幅上升，美国也一跃由石油净进口国变为石油净出口国，全球石油市场进入供大于求的状态，打破了当前原油市场的供需平衡。但开采出的原油难以到达交割地点，原油库存不断积压，供大于求的境况导致 WTI 原油期货合约贴水，从 2014 年至 2019 年，WTI 原油期货的价格与前一时期相比出现大幅下降。再到 2020 年，受新冠疫情、世界经济衰退、原油供需失衡等因素影响，WTI 原油期货价格一度暴跌，后缓慢回升，呈 V 型走势。2020 年 4 月 20 日，WTI 原油期货更是创下负 37.63 美元的结算价格。随着国际原油市场供应端的逐渐收紧，全球原油市场的格局发生变化。与此同时，世界上许多国家在积极防控疫情的同时，也开始逐步推进复工复产，使得全球经济逐渐复苏。这一系列的积极因素共

同推动了原油需求的回暖，进而促使国际油价逐步摆脱了之前的低迷状态，开始缓慢上涨至常规价位。2022 年 2 月俄乌战争爆发，俄乌冲突带来的恐慌也推动着是国际原油价格的上涨，WTI 原油期货价格持续上涨，成功突破 120 美元关口，达到历史高位。在各国采取相应措施后，原油期货价格逐渐趋于平稳。

（2）Brent 原油期货

布伦特原油期货合约是伦敦国际石油交易所于上世纪九十年代推出的期货产品，是西欧、北欧、地中海、北海等区域原油的定价基础，例如，2000 年阿拉伯等国家选用布伦特原油期货的加权平均价作为欧洲原油出口价格的定价基础。自布伦特原油期货上市以来，其交易量一直保持着强劲的增长势头。长时间以来，它都是全球第二大交易活跃的原油期货品种。每天大约有二十万手的交割量，这相当于约 2 亿桶原油的交易规模，可见其市场活跃度和影响力。布伦特原油期货价格走势与 WTI 原油期货价格走势大体一致，但整体波动幅度小于 WTI 原油期货价格的波动幅度。2009 年至 2013 年上半年，布伦特原油期货价格较高，且价格呈上升趋势。2013 年下半年至 2019 年，布伦特原油期货的价格相交前一阶段出现大幅下降，再到 2020 年，由于多种因素影响，布伦特原油期货价格一度下跌，出现历史最低价格，后缓慢上升。2022 年 2 月俄乌战争爆发，布伦特原油期货价格持续上涨，达到历史新高。在各国采取相应措施后，原油期货价格逐渐趋于平稳。

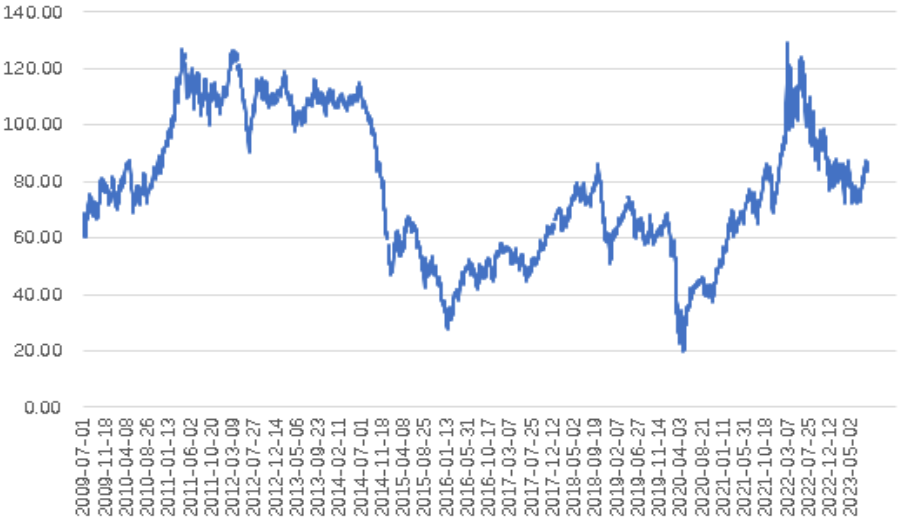


图 4 Brent 原油期货价格走势

（3）Wind 商品大类指数

万得信息技术股份有限公司编制的 Wind 商品指数及 Wind 商品大类指数，为中国大宗商品市场的价格变动提供了重要的参考依据。这些指数不仅具备高度的专业性和权威性，更通过科学的方法和精准的数据，全面反映了我国大宗商品市场的运行情况和生产实际状况。其中 Wind 商品大类指数将大宗商品按照类别进行划分，使得投

资者和研究者能够更清晰地了解各个领域的市场状况。这种分类方式不仅有助于分析市场的整体趋势，还能深入剖析各个领域的特性和差异，真实反映市场的运行状况，为市场参与者提供了有力的参考工具。

表 2 Wind 商品大类指数

化工指数	谷物指数	能源指数	煤焦钢矿 指数	有色金属 指数	贵金属指 数	非金属建 材指数	油脂油料 指数	软商品指 数
LLDPE	玉米	燃料油	焦煤	铜	黄金	纤维板	豆一	棉花
聚丙烯	早籼稻	动力煤	焦炭	铝	白银	胶合板	豆二	白糖
PTA	粳稻	原油	铁矿石	铅		玻璃	豆粕	棉纱
甲醇	强麦		螺纹钢	锌		PVC	豆油	
橡胶	普麦		热卷	镍			菜籽	
沥青	晚稻		线材	锡			菜粕	
			硅铁				菜油	
			锰铁				棕榈油	

绘制 2007 年至 2023 年 Wind 商品大类指数走势，如图 5 所示。从图中可以看出，各商品指数的波动幅度有所不同，价格走势总体上呈现出 2009 年先上升，2010 年末、2011 年出达到峰值后出现下降，于 2016 年下降至历史低位，之后开始缓慢上升。2020 年新冠肺炎疫情突然爆发，使得商品指数在短期内出现下降，在国家积极进行疫情防控、启动复工复产的情况下，各类商品指数开始回升，在 2021 年多个商品指数达到历史高位。2022 年俄乌冲突爆发，商品指数价格也出现下降，但相较于历史价格，这一时期价格并不低。其中有色金属商品指数、油脂油料商品指数以及能源商品指数出现大幅明显下降，于 2021 年底达到峰值后发生回落。其中谷物商品指数变化幅度较小且价格位于低位，说明谷物商品市场价格较为稳定。而能源商品指数、化工商品指数、有色金属商品指数、油脂油料商品指数以及能源商品指数的变化范围相对较大，且更易受到外部事件冲击的影响。

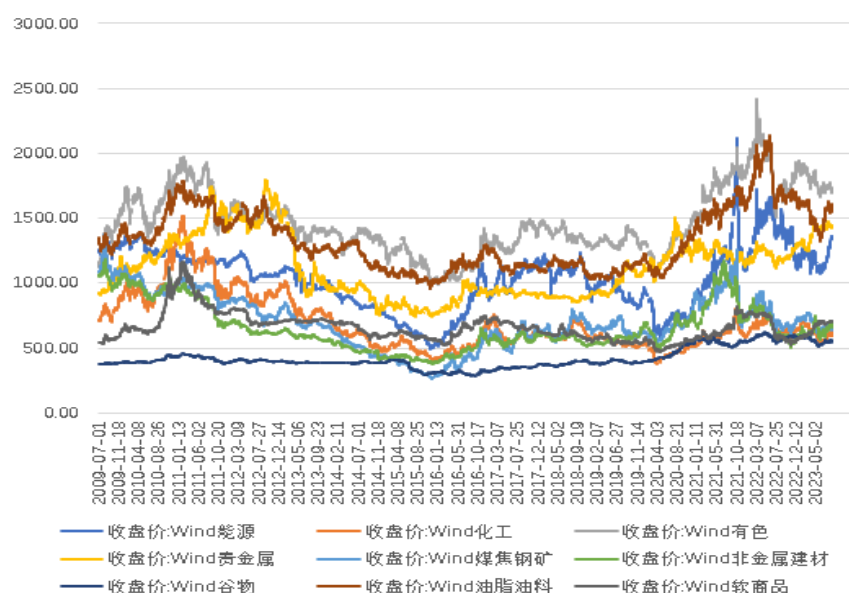


图 5 Wind 商品大类指数走势

2. 描述性统计分析

基于各变量的价格时间序列进行自然对数差分， $R = \ln(P_t) - \ln(P_{t-1})$ ，获取各变量的对数收益率时间序列。

表 3 描述性统计分析

	均值	最大值	最小值	标准差	偏度	峰度	J-B	P 值
Brent	0.0026	16.149	-37.068	2.423	-1.692	31.876	114679.3	0.000
WTI	0.0006	31.963	-60.168	2.945	-2.499	73.896	685279.4	0.000
CIFI	-0.0079	7.295	-7.146	1.487	-0.115	4.678	389.304	0.000
CRFI	0.0112	3.244	-9.902	0.681	-0.968	19.365	36841.94	0.000
ENFI	-0.0033	11.279	-17.793	1.690	-0.733	14.820	19246.93	0.000
JJRI	-0.0153	7.709	-10.394	1.634	-0.230	6.448	1642.033	0.000
NFFI	0.0119	6.505	-7.393	1.273	-0.176	6.033	1264.51	0.000
NMFI	0.0131	6.559	-9.303	1.212	-0.262	7.486	2767.563	0.000
NMBM	-0.0174	7.099	-10.907	1.318	-0.159	7.668	2970.05	0.000
OOFI	0.0033	5.106	-4.994	1.087	-0.116	4.963	530.354	0.000
SOFI	0.0069	5.812	-6.107	1.017	-0.202	7.130	2336.152	0.000

表 3 给出了各变量收益率序列的描述性统计结果。由上述表格可以看出，在样本区间内，WTI 原油期货、Brent 原油期货、谷物商品指数、有色金属商品指数、贵金属商品指数、油脂油料商品指数以及软商品商品指数的平均收益率为正，而化工商品指数、能源商品指数、煤焦钢矿商品指数以及非金属建材商品指数的平均收益均为负值。对比标准差值，WTI 原油期货的标准差最大为 2.945，Brent 原油期货的标准差次

之，为 2.423，我国大宗商品期货指数标准差普遍较小，说明 WTI 原油期货和 Brent 原油期货的价格变动幅度较大，我国大宗商品期货指数变动幅度相对而言要小一些。其中谷物商品指数的标准差最小，仅为 0.681。在我国商品指数中，能源商品指数的标准差最大，为 1.690，说明我国大宗商品中，谷物商品的价格较为平稳，能源商品的价格波动最为剧烈。

而从最大值与最小值来看，WTI 原油期货收益率的最大值为 31.963，最小值为-60.168，最大值减最小值为 92.131，最值区间跨度最大。Brent 原油期货价格收益率的最大值为 16.149，最小值为-37.068，最大值减最小值为 53.217，最值区间跨度第二，同样可以说明 WTI 原油期货和 Brent 原油期货的价格变动幅度较大。而我国大宗商品指数收益率的最值区间跨度在 10 至 30 之间，其中能源商品指数的最值区间跨度最大，同样可以说明我国大宗商品中能源商品的价格波动最为剧烈。上述变量的峰度均大于 0，偏度小于 0，Jarque-Bera 统计量的数值说明各变量的收益率序列不服从正态分布。

（二）模型

1. Diebold & Yilmaz 溢出指数模型

该方法能够分析系统内变量间的连接关系，以及在同一时期内序列相关性的波动程度。具体来说，该模型能够揭示一个金融市场如何受到其他市场波动的影响，以及这种影响的程度和方向，能够综合测度市场间的风险溢出效应。该模型为投资者和研究者提供了深入了解市场联动性和风险传递机制的重要工具，有助于制定更为精准的投资策略和风险管理方案。该模型构建内容如下：

第一，构建一个具有平稳协方差的滞后期数为 p 的 N 维 VAR 模型：

$$Y_t = \sum_{i=1}^p \varphi_i Y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (3.1)$$

其中， $Y_t = (y_{1,t}, y_{2,t}, \dots, y_{N,t})$ ， φ_i 是 $N \times N$ 维的系数矩阵， $\varepsilon_t \in (0, \Sigma)$ 是一个独立同分布的向量。

假如该 VAR 模型具有平稳的协方差，则（1）式的移动平均形式为：

$$Y_t = \sum_{i=1}^{\infty} A_i \varepsilon_{t-i} \quad (3.2)$$

系数矩阵 A_i 满足递归形式： $A_i = \varphi_1 A_{i-1} + \varphi_2 A_{i-2} + \dots + \varphi_p A_{i-p}$ ， A_i 是 $N \times N$ 维的单位矩阵，当 $i < 0$ ， $A_0 = 0$ 。

在上述 VAR 模型的基础上，通过对协方差矩阵进行方差分解，可以识别出系统内其他变量的变化对某一变量的波动产生的影响，即各变量变化的溢出效应。

第二，方差分解及溢出效应的定义。用以说明从一个变量到另一个变量的解释程度。定义自身方差份额为变量 Y_t 的 H 步预测误差方差中由自身受到冲击而引起的变化，波动溢出效应为变量 Y_t 的 H 步预测误差方差中由系统中其它变量 Y_j 变化所引起的波动部分，则 H 步预测方差分解 $m_{ij}(H)$ ，即变量 Y_j 对变量 Y_t 的方差分解为：

$$m_{ij}(H) = \frac{\sigma_{jj}^{-1} \sum_{h=0}^{H-1} (e_i' A_h \sum e_j)^2}{\sum_{h=0}^{H-1} (e_i' A_h \sum A_h' e_j)} \quad (3.3)$$

式（3）中为第 j 个变量预测误差方差的标准差形式， e_i 是一个 $N \times 1$ 维的向量，其中第 i 个元素为 1，其余的所有元素均为 0，同时每行元素的方差分解总和不等于 1，即 $\sum_{j=1}^N m_{ij}(H) \neq 1$ 。因此对 $m_{ij}(H)$ 进行标准化，定义为 $\tilde{m}_{ij}(H)$ ，其公式为：

$$\tilde{m}_{ij}(H) = \frac{m_{ij}^H}{\sum_{j=1}^N m_{ij}^H} \quad (3.4)$$

标准化后可得： $\sum_{j=1}^N \tilde{m}_{ij}(H) = 1, \sum_{i,j=1}^N \tilde{m}_{ij}(H) = N$ 。

第三，定义总溢出指数、方向性溢出指数、净溢出指数和两两变量间的净溢出指数。

（1）总溢出指数表示整个系统中变量之间的相互解释能力，计算公式为：

$$S(H) = \frac{\sum_{i,j=1, i \neq j}^N \tilde{m}_{ij}(H)}{\sum_{i,j=1}^N \tilde{m}_{ij}(H)} \times 100 = \frac{\sum_{i,j=1, i \neq j}^N \tilde{m}_{ij}(H)}{N} \times 100 \quad (3.5)$$

（2）方向性溢出指数是指系统内某个变量对其它变量的影响程度或者受到其它变量的影响程度，具体而言，变量 i 对其它变量的方向性溢出指数，计算公式为：

$$S_i(H) = \frac{\sum_{j=1, i \neq j}^N \tilde{m}_{ji}(H)}{\sum_{i,j=1}^N \tilde{m}_{ji}(H)} \times 100 = \frac{\sum_{j=1, i \neq j}^N \tilde{m}_{ji}(H)}{N} \times 100 \quad (3.6)$$

所有其它变量对该变量的方向性溢出指数的计算公式为：

$$S_i(H) = \frac{\sum_{j=1, i \neq j}^N \tilde{m}_{ij}(H)}{\sum_{i,j=1}^N \tilde{m}_{ij}(H)} \times 100 = \frac{\sum_{j=1, i \neq j}^N \tilde{m}_{ij}(H)}{N} \times 100 \quad (3.7)$$

（3）净溢出指数（*Net*）指两个方向性溢出指数的差，表示变量 i 对其它所有变量的净溢出程度，计算公式为：

$$S_i(H) = S_{\cdot i}(H) - S_{i \cdot}(H) \quad (3.8)$$

(4) 两两变量间的净溢出指数指变量之间各自总溢出指数的差，可衡量变量之间净配对的波动溢出情况，计算公式为：

$$S_{ij}(H) = \left(\frac{\tilde{m}_{ji}(H) - \tilde{m}_{ij}(H)}{N} \right) \times 100 \quad (3.9)$$

构造溢出指数矩阵，如表 4 所示：

表 4 溢出指数矩阵

	y_1	y_2	$\cdots$	y_N	From Others
y_1	$\tilde{m}_{11}^H$	$\tilde{m}_{12}^H$	$\cdots$	$\tilde{m}_{1N}^H$	$\sum_{j=1}^N \tilde{m}_{1j}^H, j \neq 1$
y_2	$\tilde{m}_{21}^H$	$\tilde{m}_{22}^H$	$\cdots$	$\tilde{m}_{2N}^H$	$\sum_{j=1}^N \tilde{m}_{2j}^H, j \neq 2$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\ddots$	$\vdots$	$\vdots$
y_N	$\tilde{m}_{N1}^H$	$\tilde{m}_{N2}^H$	$\cdots$	$\tilde{m}_{NN}^H$	$\sum_{j=1}^N \tilde{m}_{Nj}^H, j \neq N$
To Others	$\sum_{i=1}^N \tilde{m}_{i1}^H, i \neq 1$	$\sum_{i=1}^N \tilde{m}_{i2}^H, i \neq 2$	$\cdots$	$\sum_{i=1}^N \tilde{m}_{iN}^H, i \neq N$	$\frac{1}{N} \sum_{i,j=1}^N \tilde{m}_{ij}^H, i \neq j$

同时，可采用滚动窗口回归技术捕捉风险溢出的动态时序结构，从而深入揭示不同市场在不同时间段之间的相互影响和溢出关系。随着窗口的滚动，可以描绘出风险溢出效应的动态变化。通过这种方式，不仅能够观察到溢出指数的整体趋势，还能捕捉到其在不同时间段内的细微变化。这对于分析市场间的联动性和风险传递机制至关重要。此外，滚动窗口回归技术还有助于比较不同市场之间的溢出效应差异，可以发现某些市场可能在特定时间段内对其他市场产生更强的溢出效应，或者某些市场可能更容易受到其他市场的影响。

2. Barunik & Krehlik 频域溢出指数模型

Barunik & Krehlik（2017，2018）的频域溢出指数模型是一种创新的金融计量工具，旨在从频域层面深入剖析不同金融市场间风险的溢出效应。该模型将冲击的频率响应和频谱分解融入到模型构建中，从而提供了一个全新的视角来观察和理解市场间溢出关系。模型内容如下：

第一，定义基本函数。定义时域层面的脉冲响应函数为 ψ_n ，设定频率脉冲响应函数为：

$$\psi(e^{-i\omega}) = \sum_{h=0}^{\infty} e^{-ih\omega} \psi_h \quad (3.10)$$

式(4-1)中， ψ 是傅里叶变换的系数， $i = \sqrt{-1}$ ， ω 表示频率且 $\omega \in (-\pi, \pi)$ 。

对于频率 ω 的广义预测误差方差分解的计算公式为：

$$(f(\omega))_{j,k} = \frac{\sigma_{kk}^{-1} \left| \left(\psi(e^{-i\omega}) \sum \right)_{j,k} \right|^2}{\left(\psi(e^{-i\omega}) \sum \psi'(e^{+i\omega}) \right)_{j,j}} \quad (3.11)$$

式(4-2)中， $\psi(e^{-i\omega})$ 是脉冲响应的傅里叶变换， $(f(\omega))_{j,k}$ 表示变量 i 在频率 ω 上因变量 k 冲击而产生的频率波动，可用于系统内部频率变动的因果关系度量。

将 $(f(\omega))_{j,k}$ 的变量的频率方差进行加权，加权函数的定义为：

$$\Gamma_j(\omega) = \frac{\left(\psi(\omega^{-i\omega}) \sum \psi'(e^{+i\omega}) \right)_{j,j}}{\frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} \left(\psi(\omega^{-i\omega}) \sum \psi'(e^{+i\omega}) \right)_{j,j} d\lambda} \quad (3.12)$$

第二，定义频域溢出指数。对于特定频域 d ， $d = (a, b): a, b \in (-\pi, \pi), a < b$ ，则频域 d 的一般广义预测误差方差分解的计算公式为：

$$(\theta_d)_{j,k} = \frac{1}{2\pi} \int_d \Gamma_j(\omega) (f(\omega))_{j,k} d\omega \quad (3.13)$$

利用广义预测误差方差的谱表示，则频域 d 的特定频率连通性的计算公式为：

$$C_d^F = \left(\frac{\sum_{j \neq k} (\tilde{\theta}_d)_{j,k}}{\sum (\tilde{\theta}_\infty)_{j,k}} - \frac{T_r \{ \tilde{\theta}_d \}}{\sum (\tilde{\theta}_\infty)_{j,k}} \right) \times 100 \quad (3.14)$$

频域 d 内整体连通性的计算公式为：

$$C_d^\omega = \left(1 - \frac{T_r \{ \tilde{\theta}_d \}}{\sum (\tilde{\theta}_\infty)_{j,k}} \right) \times 100 \quad (3.15)$$

第三，定义各类频域溢出指数，频域 d 区间内的总溢出指数的计算公式为：

$$C^d = \frac{\sum_{i=1, i \neq j}^n \tilde{\theta}_{ij}(d)}{\sum_{i,j} \tilde{\theta}_{ij}(d)} = \mathbf{1} - \frac{\sum_{i=1}^n \tilde{\theta}_{ii}(d)}{\sum_{i,j} \tilde{\theta}_{ij}(d)} \quad (3.16)$$

方向性的频域溢出指数分别为：

$$C_{i \leftarrow \bullet}^d = \sum_{j=1, i \neq j}^n \tilde{\theta}_{ij}(d) \quad (3.17)$$

$$C_{i \rightarrow \bullet}^d = \sum_{j=1, i \neq j}^n \tilde{\theta}_{ji}(d) \quad (3.18)$$

净频域溢出指数的计算公式为：

$$C_{i, net}^d = C_{i \rightarrow \bullet}^d - C_{i \leftarrow \bullet}^d \quad (3.19)$$

此外，在特定频域 ω 下的广义预测误差方差分解的计算公式为：

$$\theta_{i,j}(\omega) = \frac{\sigma_{jj}^{-1} \sum_{h=0}^{\infty} \left(\psi(e^{-i\omega}) \sum \right)_{i,j}^2}{\sum_{h=0}^{\infty} \left(\psi(e^{-i\omega}) \sum \psi(e^{-i\omega}) \right)_{ii}} \quad (3.20)$$

四、国际原油期货市场与我国大宗商品期货市场间的风险溢出效应实证分析

（一）基础检验

1. 平稳性检验

在对时间序列数据进行深入分析时，确保数据的平稳性至关重要，时间序列的平稳性直接影响到建模方法的选择和模型预测的准确性。表 5 给出了对各变量进行的 ADF（Augmented Dickey-Fuller）检验结果，所有变量的收益率序列是平稳的。

表 5 平稳性检验

Var	Brent	WTI	CIFI	CRFI	ENFI	JJRI	NFFI	NMFI	NMBM	OOFI	SOFI
t	-57.333	-24.557	-57.490	-58.351	-58.219	-56.687	-59.759	-56.726	-57.849	-58.618	-56.387
Prob	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

2. ARCH 效应检验

表 6 所显示的是各变量 ARCH 效应检验的结果，从表中我们可以看到，所有变量统计了在 1%的水平下显著，这意味着可以拒绝不存在 ARCH 效应的原假设，所有收益率序列均存在 ARCH 效应。

表 6 ARCH 检验

Var	ARCH-Fstatistic	ARCH-Obs*R
Brent	12.731***	237.471***
WTI	37.123***	607.072***
CIFI	11.658***	218.788***
CRFI	2.614***	51.783***
ENFI	13.671***	253.616***
JJRI	34.456***	571.073***
NFFI	19.835***	355.418***
NMFI	11.764***	220.661***
NMBM	11.229***	211.277***
OOFI	13.856***	256.788***
SOFI	33.153***	553.260***

（二）静态时域风险溢出效应分析

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/857136141005006201>