

The Efficiency of China's Commodity Futures Market:

the Resource Allocation Perspective

by

Ping Wang

A Dissertation Presented in Partial Fulfillment
of the Requirements for the Degree
Doctor of Business Administration

Approved March 2019 by the
Graduate Supervisory Committee:

Bin Gu, Co-Chair

Feng Li, Co-Chair

Hong Yan

ARIZONA STATE UNIVERSITY

May 2019

中国商品期货市场有效性：基于资源配置的视角

汪萍

全球金融工商管理博士
学位论文

研究生管理委员会
于 2019 年 3 月批准：

顾彬，联席主席
李峰，联席主席
严弘

亚利桑那州立大学

二零一九年五月

ABSTRACT

After 30 years of development, China's commodity futures market has begun to coordinate the allocation of resources and hedge operational risk. However, restricted by domestic industries and the futures market itself, the effectiveness of futures market varies. The growing significance of taking futures market as a tool for corporate price and risk management comes along with the transition of China's economy from the incremental stage to the stock stage. Therefore, it is of great practical significance to examine the effectiveness of China's commodity futures market.

From the resource allocation perspective, this paper puts forward that the futures prices of an efficient market should effectively allocate social resources. In terms of the structure of content, this paper firstly summarizes the characteristics of international mature futures markets, and thus extracting four indicators reflecting these characteristics — —basis spread reversion, production profits volatility, inventory volatility and industrial liquidity ratio. Secondly, this paper proves that the indicators associate with the effectiveness of the futures market. Finally, this paper applies these four indicators to examine the effectiveness of China's commodity futures market. In terms of mathematical methodology, this paper firstly applies Bai-Perron Endogenous Multiple Structures Model to find breakpoints, and performs multiple regression respectively afterwards. After removing cyclical and other model endogenous factors, this paper applies multiple tests to test for the

Stationarity, Autocorrelation and Heteroscedasticity, thus adopting the corresponding Garch (p, q) model to describe the volatility of the time series data.

Through mathematical verification, it's believed that these four indicators effectively reflect the effectiveness of futures market. The paper concludes that China's domestic Soybean Meal (M) futures market can be described as highly developed; Purified Terephthalic Acid (PTA) futures market and Corn Starch (CS) futures market can be classified as moderately developed markets; Ribbed Bar (RB) and Aluminum (AL) futures are concluded as active and poorly developed. Further analysis indicates that basis spread reversion is the pivotal factor that constricts futures market from effectively coordinating resources allocation, and factors contributes to the basis spread digression include vagueness of the traded underlying, barrier of generating godown warrants, low participation of industrial clients and design deficiencies of futures contracts.

摘要

中国商品期货市场经历 30 年发展，已初备协调资源分配、对冲经营风险的功能。但受产业自身和期货市场发展的制约，各期货品种市场有效性参差不齐。随着我国经济从增量阶段过渡到存量阶段，期货作为企业的价格管理和风险控制工具的重要性日益凸显，因此研究我国商品期货市场有效性具有非常好的现实意义。

本文从期货的基本功能——资源配置的视角出发，提出有效市场是指其期货价格能够对本行业社会资源起到合理的调配作用的市场。在内容安排上，本文首先总结了现有国际成熟期货品种的特点并找出能够反映期货对资源配置能力的四个指标假说，分别为期现回归性、利润波动性、库存波动性以及现金流变化，然后通过数学模型证明指标数据和品种成熟度的关联，最后应用该套指标对我国商品市场有效性进行检验。数学方法上，本文先采用 Bai-Perron 内生多重结构突变模型对时间序列进行突变点检验，然后对断点时间序列分别进行多元回归，并在剔除季节性和周期性后，通过平稳性检验、ARCH 效应检验结果来确定相应的 Garch 模型，并用 Garch 模型来描述时间序列的波动性。

通过数学验证，我们认为期现回归性、利润波动性、库存波动性以及现金流变化这四个指标可以作为反映期货成熟度的检验指标，用该套方法对国内部分活跃品种检验后发现大连豆粕期货已经具备成熟品种的特征，本文认为豆粕期货市场是有效的；PTA、玉米淀粉期货的四个检验指标在近年来表现出时间序列优化的特点，但因时间较短尚不稳定，可以认为是接近成熟的品种；而螺纹钢和铝期货在多数指标上表现不佳，表明他们对社会资源配置能力较差，因此本文认为螺纹钢和铝期货市场是活跃但非有效的。通过进一步分析，本文认为品种的期现回归性差是制约其资源配置能力发挥的关键因素，而交易标的不明确、

仓单制作难度大、产业参与度低以及期货设计中的其他限制因素又是导致期现回归性差的重要原因。

目录

	页码
表格目录.....	viii
图目录.....	x
章节	
一、导论.....	1
1.1 研究背景与意义.....	1
1.2 文献综述.....	2
1.2.1 有效市场假说.....	2
1.2.2 持有成本理论与价格发现理论.....	3
1.2.3 无套利定价理论.....	4
1.3 研究思路和方法.....	5
1.4 本文的创新点与不足.....	6
二、资源配置理论提出与评价指标构建.....	8
2.1 资源配置理论的提出.....	8
2.2 有效性指标体系构建.....	9
2.2.1 国际成熟期货品种介绍.....	9
2.2.2 成熟期货品种的特点总结.....	11
2.2.3 有效性检验指标的提出.....	12
三、指标有效性的数学验证.....	15

章节	页码
3.1 数据来源说明.....	15
3.2 数学模型介绍	15
3.2.1 Bai-Perron 内生多重结构突变检验法	17
3.2.2 平稳性检验.....	18
3.2.3 自相关检验.....	19
3.2.4 ARCH 效应检验.....	19
3.3 指标有效性验证.....	20
3.3.1 期现价格回归性.....	20
3.3.2 行业利润波动性	30
3.3.3 库存波动性.....	33
3.3.4 现金流变化.....	38
3.4 总结.....	39
四、国内商品期货有效性检验.....	41
4.1 国内商品期货市场概况	41
4.2 国内商品期货市场有效性检验.....	41
4.2.1 期现价格回归性.....	41
4.2.2 行业利润波动性	48
4.2.3 库存波动性	52
4.2.4 现金流变化	54

章节	页码
4.3 验证结果分析	55
五、结论与展望.....	63
5.1 本文主要工作和结论	63
5.2 研究展望.....	64
参考文献.....	65
附录	
A. 基差比率变化率检验结果.....	67
B. 行业利润率波动率检验结果	86
C. 库存波动率检验结果	92
D. 国内期货品种基差比率波动率验证结果.....	98
E. 国内期货品种生产利润率波动率验证结果	132
F. 国内期货品种库存变化率验证结果	144

表格目录

表格	页码
1 反映资源配置能力的四个指标	14
2 CBOT 大豆模型突变时间.....	22
3 CBOT 大豆 模型内基差拟合结果.....	23
4 CBOT 大豆 平稳性检验	24
5 CBOT 大豆 ARCH 效应检验结果.....	25
6 CBOT 大豆 Garch 模型.....	25
7 LME 铜 Garch 模型	27
8 WTI 原油 Garch 模型.....	28
9 CBOT 大豆压榨利润率和 WTI 原油裂解利润率 Garch 模型.....	31
10 CBOT 美豆/LME 铜/WTI 原油 季节效应参数估计	35
11 CBOT 美豆/LME 铜/WTI 原油 Garch 模型估计.....	36
12 各项指标统计情况.....	40
13 PTA 基差 Garch 模型.....	42
14 螺纹钢基差 Garch 模型.....	42
15 豆粕基差 Garch 模型.....	43
16 玉米淀粉基差 Garch 模型.....	43
17 沪铝基差 Garch 模型.....	44
18 PTA、螺纹钢、豆粕、玉米淀粉和沪铝利润率波动 Garch 模型.....	48

表格	页码
19 螺纹钢、豆粕、沪铝库存变化率.....	52
20 部分国内品种各项指标检验结果.....	56
21 部分国内品种交割盲区比例	58
22 部分国内品种仓单制作情况	59
23 部分国内品种因素汇总	61

图目录

图	页码
1 CBOT 大豆基差比率原始数据.....	21
2 CBOT 大豆基差比率波动率.....	26
3 LME 铜和 WTI 原油基差比率原始数据.....	26
4 LME 铜基差比率波动率.....	28
5 WTI 原油基差比率波动率.....	29
6 CBOT 大豆和 WTI 原油利润率原始数据.....	31
7 CBOT 大豆压榨利润波动率.....	32
8 WTI 原油裂解利润波动率.....	33
9 CBOT 大豆、LME 铜和 WTI 原油利润率原始数据.....	34
10 CBOT 大豆库存变化率.....	37
11 铜库存变化率.....	37
12 WTI 原油库存变化率.....	38
13 成熟品种下游行业现金流变化.....	39
14 PTA 基差比率波动率.....	45
15 螺纹钢基差比率波动率.....	46
16 豆粕基差比率波动率.....	46
17 玉米淀粉基差比率波动率.....	47
18 沪铝基差比率波动率.....	47

图	页码
19 PTA 生产利润率波动率.....	49
20 钢厂利润率波动率.....	50
21 豆粕压榨利润率波动率.....	50
22 玉米淀粉加工利润率波动率.....	51
23 沪铝生产利润率波动率.....	51
24 螺纹钢库存变化率.....	53
25 豆粕库存变化率.....	53
26 沪铝库存变化率.....	54
27 品种相关行业现金流变化.....	55
28 各品种仓单/活跃合约总持仓.....	60

一、导论

1.1 研究背景与意义

中国商品期货市场经过 30 多年的发展，目前已经发展为包含能源化工、农产品、有色金属、黑色金属和软商品五大板块约 50 个品种的庞大市场。我国是世界第一需求大国，中国商品期货市场不仅是我国金融市场的重要组成部分，在国际市场上也占据了重要地位。虽然目前中国商品期货市场的经济功能和作用已初步发挥，但受各品种自身市场发展水平不同以及期货合约设计难度不一等原因影响，各期货品种市场有效性参差不齐，服务实体的功能发挥受到很大限制，因此期货市场有效性一直是学术界关注的重要话题之一。而伴随我国经济从增量阶段过渡到存量阶段，企业的风险控制和优化管理的重要性日益凸显，期货市场作为企业的价格管理和库存管理的工具应用显著增多，因此研究我国商品期货市场有效性具有更急迫的现实意义。

目前，关于商品有效性研究的方法主要集中在有效市场假说、持有成本理论与价格发现理论以及无套利定价理论上，三种方法分别从价格对市场信息的反映程度、期货定价理论、以及期现套利空间角度论证市场有效性，缺乏从期货功能的角度出发对市场有效性的探究。实际上，在市场经济条件下，期货的资源配置作用是期货发起的初衷，期货市场通过“远期价格”优化社会资源的合理配置、提高资源合理配置的效率；通过期货的“套期保值功能”对冲现货波动，减小实体企业经营风险，稳定经营利润；通过期货的“库存管理功能”集约资金分配、减少企业所需现金流配置，从而推动整个国民经济的健康发展。基于此，本文提出“有效的期货市场是能够合理的调节资源配置”的概念，并试图使用数学模型将有效性标准进行量化，对我国现有商品期货市场主要活跃品种进行有效性评估和分类，找出我国

商品期货市场发展的薄弱环节，发现制约我国商品期货市场功能发挥和有效性提高的关键因素，进而提出针对性的改善的建议，为更好的发挥期货市场服务实体功能提供参考。

1.2 文献综述

1.2.1 有效市场假说

目前国外大多数文章都以 Fama (1970)^[1]的有效市场假说 (EMH) 为基础对期货市场进行理论研究，有效市场假说按有效程度又分为弱式有效市场假说、半强式有效市场假说和强式有效市场假说。弱式有效市场是指市场价格能传递期货市场的历史信息，半强式有效市场是指市场价格能传达期货市场的历史信息及公开信息，强式有效市场是指市场价格能传达期货市场的历史信息、公开信息以及个人信息。弱式有效市场假说下的检验方法包括随机游走检验、期货价格无偏预测检验、套利检验等，采用的是时间序列模型。Leuthold and Hartmann (1979)^[2]研究仔猪期货市场时使用的检验是半强式有效检验，研究中考虑多种因素，构造了蕴含多个基本面因子的均衡模型。

相比于国外有效市场研究的深度和广度，由于国内期货市场起步较晚，早期对于市场有效性的研究大多是以弱式有效市场假说为基础的实证分析，分析方法主要以随机游走为基础。徐剑刚 (1995)^[4]发表的《我国期货市场有效性的实证研究》一文中采用序列相关性检验和游程检验，通过对期货价格的对数收益时间序列进行检验来证明大豆期货价格运动轨迹呈现随机游走，大豆期货市场接受弱式有效假设。

综合国内外相关文献，基于有效市场假说 (EMH) 国内外对期货市场的有效性检验思路主要分为以下三类：一是随机游走检验，通过游程检验和建模来衡量期货历史价格对将来的预测能力，此方法认为有效市场的价格呈随机游走形态，如徐剑刚 (1995)^[4]对大豆期

货市场的弱势有效检验；二是期货价格无偏预测检验，通过现货与期货价格的关系，此方法认为在有效市场中期货价格是远期现货价格的无偏估计且变动方向一致；三是套利检验，研究期货市场的收益率与现货市场的收益率的关系，此方法认为期货市场与现货市场是均衡的，有效市场中不存在套利收益。

虽然市场上主流研究都以有效市场理论为基础，但针对 Fama 有效市场假说理论，市场中也不乏质疑，市场有效性检验大多数只能证明市场有效与否，而无法证明市场有效的程度，并且获得信息的成本与想应得收益难以量化。同时 William F. Sharpe (1988) 指出，“市场有效性并不反应社会需求，有效性假说侧重于信息与价格的联动。”为了弥补有效假说的缺陷，国内外众多学者结合市场功能方面加以衡量。West, R.R (1975) [3]从市场效率表现形式方面对有效市场假说加以衡量，把市场效率划分为外在效率和内在效率；Freund, etal (1997) [4]从市场效率的特点出发把市场效率分为信息效率和运行效率；Emerson, etal (1997) [5]指出期货市场效率除了信息效率和运行效率，还有分配效率；颜虎 (2012) [15]把期货市场有效性分为功能有效性和信息有效性。前者指期货市场风险规避、价格发现、投机套利的三大固有功能，后者指价格对信息的敏感程度。

1.2.2 持有成本理论与价格发现理论

持有成本理论是研究商品期货价格的主要理论之一，该理论由康奈尔和弗伦奇于 1983 年提出，以商品持有(仓储)为中心，分析期货市场的机制，论证期货交易对供求关系产生的积极影响，并运用到对金融期货的定价上。期货价格约等于现货价格加上持仓费用，持仓费用包括：现货仓储费、运输费、保险费和借款利息四部分，表明期货市场能引导现货市场，期货市场的价格具有发现现货市场价格的功能。与 Working, H(1949)[7]的仓储价格理

论类似，持有成本理论认为期现价差约为仓储费用，波动存在一致性，也就是说期货市场的价格能引导市场。黄方亮，孟祥仲（2007）^[19]认为供给方与需求方的相互作用即为价格发现，并提出市场供求机理、市场参与者调整和信息搜寻机理为价格发现的三种机理。

持有成本理论是价格发现理论的基础，价格发现理论是从期货价格对现货价格的影响方面进行研究。与有效市场理论有所类似，价格发现理论中许多学者通过检验价格对信息的反映程度或者判断信息是否在期货价格上有所反映来评判期货市场是否具有价格发现功能。Working, H(1960)^[8]认为期货市场之所以能迅速聚集信息得益于其特殊性的微观结构。Parks and Richard（1967）^[11]分析认为期货市场能集中并反映市场价格信息有以下三个原因：第一，期货市场的交易成本较低，保证金制度使得其交易成本远低于现货市场，因此大量交易者乐于参与期货市场，收集有效信息的同时也提供了大量的有效信息；第二，专业投资者和产业投资者有更优质的获取和处理信息的能力，有更大的可能获得投资收益，专业投资者能提供更优质的方式方法和信息，产业投资者能提供更精准的现货价格信息；第三，专业投资者通过领先的数据和先进的方法对市场信息的判断更为精准和理性，专业投资者的投资领域和投资方向能够影响公众投资者的行为，促使理性投资。根据 Fama 的有效市场假说，如果期货市场表现出有效性，表明所有信息在期货价格上得到全面体现。

1.2.3 无套利定价理论

Working, H(1949)认为利用商品不同交割时间或者时间空间成本所产生的价差获取利润是金融市场的主要目的。套期保值者的目的不在于规避风险，而在于利用基差谋求利润。高翔（2012）^[25]认为投资套利不仅不会加剧价格波动，还会起到稳定市场的作用，有助于价格发现以及投机套利功能的充分发挥，大量的投机者参与市场也会相应提高市场流动性。

由于金融市场上实施套利的便捷性使得在资本市场上套利机会的存在总是暂时的，因为如果在有效资本市场的前提下，一旦出现套利机会，会很快地被投资者发现，实施套利取得的超额利润将逐步减少至消失，于是市场又回到均衡状态。所以越是有效的市场，市场均衡状态的回归越迅速，无风险套利机会也越少。

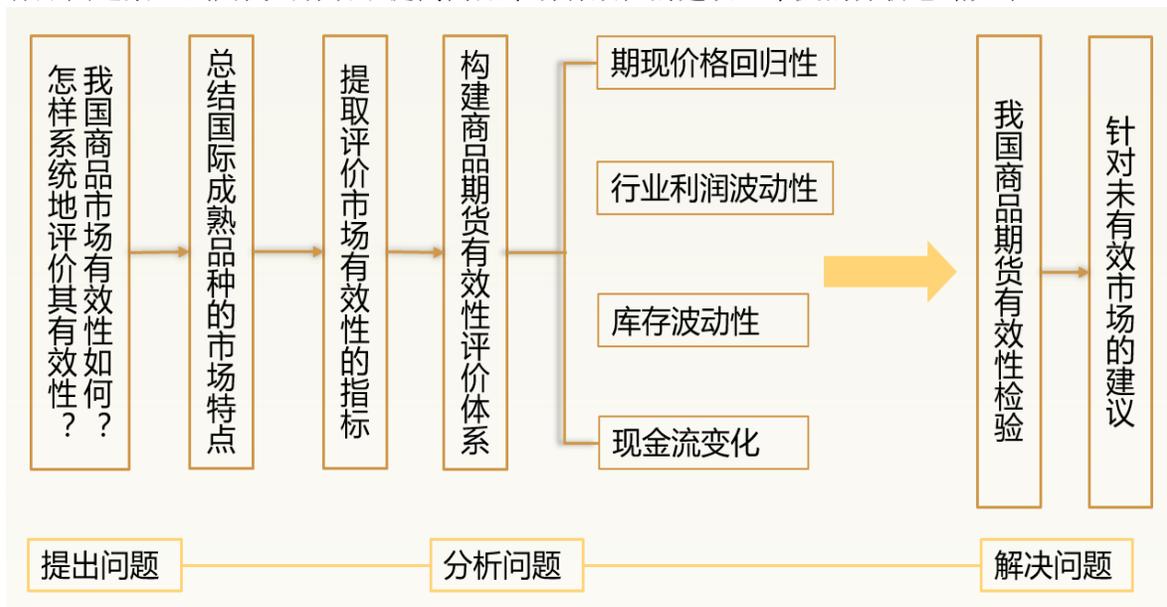
综上所述，资本市场有效的内涵极为丰富，关于市场有效性的评价既能从宏观、微观角度出发考量，又可以从定价效率、信息效率、组织效率、功能效率等多角度进行衡量。本文综合现有文献的研究发现，商品市场上的有效性研究主要从三大期货功能的有效实现角度出发进行研究，仅仅是针对商品市场交易层面的有效性以及价格对市场信息的反映程度，未能从期货市场对资源有效配置功能这一视角进行详细的探讨和分析。而本文认为期货市场的根本目的在于对社会资源做出合理配置，提高资源的有效利用，因此本文将资源配臵能力的发挥作为对商品期货市场有效性的评价依据并做以分析。

1.3 研究思路和方法

由于本文的研究出发角度是期货价格的“资源配置”能力，这跟以往国内外研究有很大区别，因此本文的重点也是难点就是构建一套能够反映“资源配置”能力的指标体系，这个指标体系能够通过量化数据反映商品期货市场的成熟度，并可以应用于对现有商品有效性检验。

因此，本文通过以下主题展开：**1**、从资源配置视角看期货市场有效性的含义是什么？**2**、有效的（成熟的）商品期货可以通过哪些指标表现？**3**、这些指标如何通过量化数据反映？**4**、如何用这些指标对现有商品市场有效性进行检验？

基于以上问题的提出，本文首先对国际公认成熟商品期货（美豆、铜、原油）的特点进行总结和归类，从成熟商品市场的“结果板块”特点中提取出能够反映期货“资源配置”功能的指标，分别为期现回归性、行业利润波动性、库存波动性、企业所需现金流变化；然后，分别提取出上述三个成熟行业的四个指标数据，运用数学模型验证了这些指标和期货成熟度的关系，并利用该方法对现有部分国内商品期货进行有效性检验，最后根据检验结果进行原因追索、试图找出有助于提高商品市场有效性的建议。本文的分析思路如下：



1.4 本文的创新点与不足

本文的创新在于:第一，从商品期货市场对资源配置的角度出发，更贴近商品市场发起的初衷，提供了新的有效性研究思路并具有较强的实用价值；第二，运用比较研究和实证分析相结合的方法，建立了一套检验商品市场有效性的指标，并给出了从资源配置角度验证商品期货品种有效性的方法；第三，不仅初步对我国部分商品市场有效性进行了验证和判断，还通过进一步原因追索找到了制约我国商品期货市场功能发挥和有效性提高的关键

因素，为促进我国商品期货市场功能发挥提供意见，区别于以往文献中止步于判断有效性的研究。

但是，由于文章出发角度比较新，可参阅的历史研究较少，因此分析上存在诸多考虑不周的方面：第一，指标体系构建不完整；第二，在部分指标分析中并没有把期货外因素影响有效排除；第三，由于涉及行业所需数据获取难度较大，因此本文用于分析和检验的样本只选取了部分活跃品种。

二、资源配置理论提出与评价指标构建

2.1 资源配置理论的提出

亚当·斯密 1776 年在《国富论》中提出了“看不见的手”的概念，最初的意思是个人在经济生活中只考虑自己利益，受“看不见的手”驱使，通过分工和市场的作用即可达到国家富裕的目的。随着市场经济的发展，人们越来越多的发现“看不见的手”在资源调配中的作用，尤其是价格（利润）对商品供应和需求的调节是非常典型的应用。价格高，则说明此种物品供不应求，通过较高的价格刺激生产部门扩张，满足需求后，价格回落；价格低，则说明此种物品供过于求，通过较低的价格压缩生产部门利润和产量，回归供需平衡后，价格企稳。在这个过程中我们看到了价格对资源配置的重要作用，它通过引导供应和需求的调整从而完成对资源的分配。

然而在实际的生产经营活动中，由于信息不对称性和滞后性特点，常常造成资源的浪费和企业经营的巨大风险。当某一行业利润突然高企时，由于单个企业只考虑了自己利润最大化而忽略了集体行为的结果，往往会在短期形成该行业大量产能扩张和生产资料的投入，则很快会导致该行业进入亏损，这就是传统经济模式中以现货价格指导资源配置结果。随着期货市场的逐步发展，市场信息变得不再“滞后”，买卖双方通过竞价得出的远期价格使市场信息变得透明而公平。由于期货合约本质是远期贸易合同，它反映了某商品在未来某个时间的价格。有了远期价格，买卖双方可以在信息充分对称的条件下安排生产和购销活动，蛋鸡养殖户看到远期鸡蛋价格高企可以提前增补小鸡存栏，农产主看到远期玉米价格上涨、大豆价格下跌可以安排土地更多播种玉米，如此远期合约价格成为指导未来生产和

资源配置的“看不见的手”。因此我们认为期货的资源配置能力能否良好发挥是反映一个期货品种是否有效（成熟）的重要标志，本文将从此处入手分析我国主要期货品种的有效性。

由于资源配置能力是一个比较综合性的概念，直接用于评价现有商品期货品种有效性显得空洞、缺乏量化支持。因此我们尝试构建一套指标评价体系，把“资源配置”能力用几个数量化指标表述出来，并用此套指标体系去对我国商品期货品种有效性进行验证。为了避免直接定义的盲目感和突兀感，我们从现有国际公认的成熟期货品种出发，在总结这些成熟品种特点的基础上去提取出我们认为能够反映资源配置能力的数量指标，但由于知识的局限性和文章篇幅的限制，本文提出的指标体系并不完善，仅仅提取出我们认为比较显著的、能够反映资源配置能力的部分指标。

2.2 有效性指标体系构建

2.2.1 国际成熟期货品种介绍

1848年芝加哥期货交易所（CBOT）成立并于1865年推出了标准化合约，同时实行了保证金制度。1882年交易所允许以对冲平仓方式免除履约责任，真正意义的期货交易由此诞生。经过170年的发展和淘汰，目前国际市场上已经发展成熟的品种主要分为三大类：以大豆为代表的农产品（CBOT）、以铜为代表的有色金属（LME）、以原油为代表的能源期货（NYMEX）。它们的存在为产业链上下游企业提供了很好的价格发现和套期保值工具，使得期货的资源配置功能得以发挥。下文选取大豆、铜、原油三个品种为代表对成熟品种市场状态做介绍。

大豆是芝加哥期货交易所上市的第一批标准化合约之一，其起源于种植、收割、贸易、消费时间差造成的巨大价格波动。由于大豆的播种和收割具有明显季节性，而消费却是相

对稳定且全球分散的，因此大豆的价格风险对上游种植、中游贸易和下游油厂都影响巨大。经过长期的期限贸易模式的摸索，目前全球大豆贸易通常采用“基差+期货”的点价方式，即先确定基差再确定 CBOT 大豆期价(即点价)以最终确定进口大豆价格。对于压榨企业来说，通过“基差+期货”的点价方式一方面可以用少量的资金锁定远月船期降低资金压力，另一方面可以保证货源的持续供应、合理安排生产或降低库容。同时，在确定基差后可以有充足的时间来对未来行情进行分析和判断，从而能选择较为理想的期价，降低采购成本。相较于实价定价方式，可以避免确定实价后 CBOT 期价下跌后带来的成本方面的损失、拥有定价的主动权和可选择权、定价方式更灵活，从而增强企业竞争力。

铜作为重要的基础工业原料之一，不仅具有良好的商品属性，还具有很强的金融属性与保值功能，历来被世界各国作为战略物资和库存融资的首选品种。但是由于铜从开采到加工的周期长、弹性小，再加上投机性贸易的存在，使得铜的价格波动巨大。铜期货自 1877 年伦敦金属交易所（LME）成立就是最早进行交易的品种之一，目前国际上运行铜期货交易的主要有伦敦金属交易所（LME）、纽约商品交易所（NYMEX-COMEX）和上海期货交易所，其中 LME 的铜的报价在行业内最具权威性。稳定的物理/化学性质使其非常容易标准化，并利于长期储存，一经推出就很快得到市场的认可。经过现货市场贸易模式的不断探索，目前国内外铜现货市场交易普遍采用以期货市场价格为基准的升贴水定价模式进行，在此过程中有色加工行业的利润避免了大起大落的波动模式，行业供应格局也趋于稳定。

原油市场是全球最大的商品市场也是影响因素最复杂的商品之一。由于全球原油的需求相对较为稳定，年均增长在 1-2%之间，季节性的特征较为明显，而供应存在较大的不确定性，原油价格受地缘政治影响非常大，无论是上游产油国还是下游地炼行业经营均承受

巨大的价格波动风险。随着原油供应的多元化，上世纪的 70、80 年代开始原油衍生品市场产生，目前全球公认的两大基准原油期货合约分别是欧洲的布伦特原油和美国的 WTI（西德克萨斯中间基原油）原油。随着市场的不断发展成熟，目前全球主要原油贸易和下游生产企业按照基准油+升贴水的方式进行定价，对冲掉一部分价格波动风险，使经营和贸易格局趋于稳定。

2.2.2 成熟期货品种的特点总结

在对现有国际公认成熟商品期货品种比较的基础上，结合期货市场上市前后的变化，本文总结出以下特点：

- 成熟的期货品种市场一般是完全竞争或者寡头竞争市场，价格是买卖双方博弈竞争的结果；
- 品种自身贸易市场已经非常成熟，期货的出现符合原贸易习惯，因此很容易被上下游接受并使用；
- 成熟的期货品种容易被标准化，市场对期货设计标的认可度高，期货合约和标的现货的回归性好。
- 越来越多的产业链相关企业采用期货+升贴水方式定价；
- 行业内相关企业广泛通过期货指导、安排未来生产，并通过期货对冲经营风险，产业利润率趋于平滑；
- 上下游企业广泛使用期货头寸进行库存管理，使得行业库存波动区间变小。
- 企业按照远期价格安排产能投放和缩减，从而避免了阶段性产能过剩和不足，并进一步避免年度库存的大幅波动和产能利用率的急剧变化；

- 行业内企业对流动资金的需求量下降；
- 行业内企业优胜劣汰加快，产业集中度不断提高。
-

我们对上述成熟期货品种特点总结后，可以大致将这些特点分为两大板块：第一个板块为条件板块，即期货成熟品种需要产品本身及所在市场满足一定条件，如易标准化、自由竞争市场等；第二个板块为结果板块，即有了期货后对产品价格波动、贸易方式和市场结构所产生的影响或结果。因为很多产业本身具有生产调节周期长、贸易方式复杂等特点，靠产业自身价格调节资源配置具有非常强的滞后性，而伴随着期货市场发展并成熟后才有了质的改变。因此，我们下文主要从“结果板块”角度出发，提取出能够反映资源配置能力的指标。

2.2.3 有效性检验指标的提出

基于上文对国际成熟商品市场特点的总结，本节将从成熟品种会导致的“结果”角度来提取出能够反映资源配置能力的要素。

首先，成熟的期货品种其行业本身是个完全竞争的市场，买卖双方均对价格无控制能力，这才能保证在上市了期货合约后期货价格也是公平竞争的结果。然而并不是所有满足以上条件的品种期货在上市初期就能立刻拥有很好的回归性，往往需要经过一段时间的交易后，品种标的和盲区逐步明确，才会吸引敢于尝试的产业资金参与，并因为他们的参与使得基差偏离的时间和范围缩小，才会吸引更多的产业客户参与甚至是利用期货调整传统的定价模式，从而使得回归特性进一步提升。因此期现回归性的好坏既是一个品种能否吸

引产业资金利用它指导生产、购销等资源配置活动的原因，同时又是产业资金广泛参与的结果。因此期现回归性好坏往往是被用于判断一个期货品种是否成熟的最直接的指标。

其次，期货品种成熟之后，其远期价格被上下游企业广泛使用，由此就会产生一系列的结果：（1）使用期货安排生产及购销活动的企业仿佛有了“千里眼”，生产商不会在看到现货价格大跌之后才减少生产，下游采购者也不会看到现货价格大涨之后才去增加采购，避免了因信息滞后带来的错误决策，从而在大起大落的行业竞争中保持相对稳定的经营结果，而对于行业来说，使用期货进行生产采购管理的比例越大，那么该行业总体的利润波动率就会越趋于平稳，因此期货上市前、中、后的行业总体利润率的时间序列变化可以作为检验该品种是否成熟的要素之一。（2）随着上下游企业对期货工具的使用增多，成熟品种行业的库存变化会表现出以下两个特点：其一，企业按照远期价格安排产能投放和缩减，从而避免了阶段性产能过剩和不足出现的频率，使行业库存避免大起大落；其二，在同一个产能状态下，更多企业会按照远期价格提前安排生产和采购，从而使得库存波动逐步趋小。因此库存的表现可以从不同产能周期、统一产能周期两个角度去反映期货的资源配置能力。（3）成熟期货品种行业所需现金流/总资产的比例将按照时间序列呈现逐步下降：首先，企业在增加了期货工具进行购销安排和风险对冲之后，其经营风险显著下降，因此其所需要准备的应急流动资金将下降；其次，在增加了期货头寸做为虚拟库存管理工具之后，其保证金交易特点为企业节省了大量流动资金。因此成熟期货品种所属行业所需流动资金状况也是其资源配置能力体现的重要指标。

由期货价格带来的资源配置功能还有诸多可以用来衡量的指标，如产能利用率、行业集中度等，但由于知识的局限性和文章篇幅的限制，我们仅选取了上述 4 个指标（梳理见下表）。

表 1 反映资源配置能力的四个指标

指标	为何能体现资源配置能力
1 期现价格回归性	● 企业产业资金参与越充分，回归性越好
2 行业利润波动性	● 减少盲目决策产生的经营利润大幅波动
3 库存波动性	● 减小因信息滞后产生产能过度缩放带来的库存变化 ● 减少因信息缺失导致的应急库存过大
4 现金流情况	● 风险对冲后企业避免大盈大亏，减少应急资金 ● 期货虚拟库存保证金制度可节省企业流动资金

综上，我们仅对这四个指标为什么能够反映资源配置能力进行了定性说明，但是尚未对这四个指标如何能够反映品种成熟度以及实际反映效果进行论述和证明，在本文第三章中，我们逐一对此四个指标与品种成熟度的表现进行逻辑分析并用数量验证其代表性的好坏。在此之前，我们暂时把它们当做四个待证明的假说。

三、指标有效性的数学验证

3.1 数据来源说明

本研究所运用的现货市场数据主要数据来源于 wind 资讯终端、Bloomberg 资讯终端以及各行业资讯网站，期货相关数据来自于芝加哥期货交易所（CBOT）、伦敦金属交易所（LME）、伦敦洲际交易所（ICE）以及中国上海期货交易所、大连商品交易所、郑州商品交易所。

3.2 数学模型介绍

本文在数据处理过程中把数据分为确定性模型（可解释部分）和残差两部分：确定性模型代表期货市场和现货市场之间正常的持有成本差异，残差代表剔除了周期效应和换月效应等确定性模型后，数据无法被模型解释的部分：

$$\gamma(X,t) = g(X,t) + \varepsilon(t)$$

其中：

$\gamma(X,t)$ ：指标数据，e.g.基差比率，或基差/现货

$g(X,t)$ ：确定性模型，代表合理持仓（时间）成本

$\varepsilon(t)$ ：残差，代表不可预期的基差波动

1、确定性模型 $g(X,t)$

确定性模型 $g(X,t)$ 在本文中代表期货市场和现货市场之间正常的持有成本差异，通常由 1) 空间成本、2) 时间成本构成。由于数据采集时已考虑地域差异，可忽略空间成本，本文假设确定性模型仅由时间成本构成，所以从时间成本角度出发，考虑以下效应：

A. 季节效应/月份效应 F1

$$F_1 = \{d_1, d_2, \dots, d_{11}\}$$

其中：

$$d_i \begin{cases} 1, & \text{若交易日所在月份为第 } i \text{ 月} \\ 0, & \text{若否} \end{cases}$$

B.换月效应 F_2 :

$$F_2 = S_t$$

S_t : 距离该连续合约最后一个交易日的的时间距离 (天)

将以上两种效应作为解释变量，以基差 (比率) 作为被解释变量，本文构建了以下模型：

$$\begin{aligned} g(X, t) &= \beta_0 + F_1 B + F_2 \beta_{12} \\ &= \beta_0 + \beta_1 d_1 + \beta_2 d_2 + \dots + \beta_{11} d_{11} + S \beta_2 \end{aligned}$$

本文采用 Bai-Perron(2003)的结构突变检验模型，对时间序列进行突破点检验，并以此划分由近及远的不相交时间阶段：阶段 1、阶段 2.....，分别在各个阶段建立多元回归模型，作为合理时间成本的近似。

2、残差 $\varepsilon(t)$

残差 $\varepsilon(t)$ 是指剥除季节性影响以及重大事件影响后无法被解释的部分，也是我们在研究期货价格-现货价格回归性时最关注的基差构成，它反映了期现价差回归过程中不可预期的波动的存在主体。

为了探究残差 $\varepsilon(t)$ 的波动特征，本文采用 Garch (1,1) 模型拟合条件异方差序列。并以此总结以 CBOT 大豆、WTI 原油、LME 铜为代表的三大国际成熟期货市场的期现价格的波动特征，进一步探讨国际成熟期货市场的特点。

3.2.1 Bai-Perron 内生多重结构突变检验法

Bai-Perron(1998)提出了一种能检验多次结构突变的方法——内生多重结构突变检验法，它不仅克服了 Perron (1989) 方法外生设定结构突变点的问题，同时也克服了其他内生检验方法只能检测序列至多发生两次结构突变的局限，是目前检验结构突变特性最为客观、准确的方法。该检验的主要思路如下：

考虑如下数据生成过程 (DGP)：

$$y_t = x_t' \beta + z_t' \delta_{j+1} + \mu_t,$$
$$t = T_j + 1, T_j + 2, \dots, T_j; j = 1, 2, \dots, m + 1 \quad (1)$$

首先对 (1) 中每个可能的分割 (T_1, T_2, \dots, T_m) 通过最小二乘法或者 β 和 δ_j 的估计值，并求出全局残差平方和：

$$S_T (T_1, T_2, \dots, T_m) = \min \sum_{i=1}^{m+1} \sum_{T_{i-1}+1}^{T_i} [y_t - x_t' \beta - z_t' \delta_i]^2 \quad (2)$$

对不同分割方式所得的残差平方和进行比较，使残差平方和 $S_T(T_1, T_2, \dots, T_m)$ 达到最小的分割就是估计所得到的分割，求得：

$$(\hat{T}_1, \hat{T}_2, \dots, \hat{T}_m) = S_T(T_1, T_2, \dots, T_m) \quad (3)$$

最后，对数据生成过程是否存在结构突变进行显著性检验。

若存在显著的结构突变，基于 Bai-Perron 结构突变点检验的正常持有时间成本模型，搭建描述季节效应与换月效应的多元回归模型：

$$g(X, t) = \beta_0 + F_1 B + F_2 \beta_{12}$$
$$= \beta_0 + \beta_1 d_1 + \beta_2 d_2 + \dots + \beta_{11} d_{11} + S \beta_2$$

其中: $t \in [t_{bp_k}, t_{bp_{k+1}})$, bp_k 代表由 Bai-Perron (1998) 多断点检验方法所检验出的结构断点 k 。

3.2.2 平稳性检验

ADF 检验是在 Dickey-Fuller 检验(DF 检验)基础上发展而来的。因为 DF 检验只有当序列为 AR(1)时才有效。如果序列存在高阶滞后相关,这就违背了扰动项是独立同分布的假设。在这种情况下,可以使用增广的 DF 检验方法 (Augmented Dickey-Fuller test) 来检验含有高阶序列相关的序列的单位根。

DF 检验假定时间序列是由具有白噪声随机干扰项的一阶自回归过程生成的,这种序列的假设显然并不是很普遍的现象。针对这种情况,我们可以使用 ADF 检验来检验随机时间序列的平稳性。ADF 检验法是通过在 DF 检验回归方程式的右端加入 X_t 的滞后差分项来控制高阶序列相关。

$$\text{不含常数项: } \Delta X_t = \gamma X_{t-1} + \sum_{i=1}^p \beta_i \Delta X_{t-1} + \varepsilon_t$$

$$\text{含常数项: } \Delta X_t = \alpha + \gamma X_{t-1} + \sum_{i=1}^p \beta_i \Delta X_{t-1} + \varepsilon_t$$

$$\text{含趋势项: } \Delta X_t = \alpha + \gamma X_{t-1} + \sum_{i=1}^p \beta_i \Delta X_{t-1} + ct + \varepsilon_t$$

对于上述三个回归模型,原假设为 $H_0: \gamma = 0$, 拒绝原假设,即存在单位根,备择假设为 $H_1: \gamma < 0$

返回结果为 ADF 统计量和给定显著性水平下的 ADF 统计量的临界值;如果 ADF 统计量比临界值的值小,则可在该显著性水平下,拒绝原序列存在单位根的原假设,即原序列是平稳的。

3.2.3 自相关检验

自相关分析法是进行时间序列分析的有效方法，它简单易行、较为直观，根据绘制的自相关分析图和偏自相关分析图，我们可以初步地识别平稳序列的模型类型和模型阶数。利用自相关分析法可以测定时间序列的随机性和平稳性，以及时间序列的季节性。

3.2.4 ARCH 效应检验

自回归条件异方差 (Autoregressive Conditional Heteroscedasticity Model, ARCH) 模型是特别用来建立条件方差模型并对其进行预测的。粗略地说，该模型将当前一切可利用信息作为条件，并采用某种自回归形式来刻画方差的变异，对于一个时间序列而言，在不同时刻可利用的信息不同，而相应的条件方差也不同，利用 ARCH 模型，可以刻画出随时间而变异的条件方差。

该模型公式如下：

$$Y_t = \beta X_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

其中， Y_t 为被解释变量， X_t 为解释变量， ε_t 为误差项。

如果误差项的平方服从 AR(q) 过程，即

$$\varepsilon_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \alpha_2 \varepsilon_{t-2}^2 + \cdots + \alpha_q \varepsilon_{t-q}^2 + \eta_t, t = \{1, 2, 3, \dots\} \quad (2)$$

其中， η_t 独立同分布，并满足 $E[\eta_t] = 0, \text{var}(\eta_t^2) = \lambda^2$ ，则称上述模型是自回归条件异方差模型，简记为 ARCH 模型。称序列 ε_t 服从 q 阶的 ARCH 的过程，记作 $\varepsilon_t - ARCH(q)$ 。

为了保证 ε_t^2 为正值，要求 $\alpha_0 \geq 0, \alpha_i > 0, \sum_{i=1}^q \alpha_i < 1, i = \{1, 2, 3, \dots\} > 0$ 。

上面（1）和（2）构成的模型被称为回归—ARCH 模型。ARCH 模型通常对主体模型的随机扰动项进行建模分析。以便充分的提取残差中的信息，使得最终的模型残差 η_t 成为白噪声序列。

3.3 指标有效性验证

文章第二章以假说的形式提出了四个可以用于反映资源配置能力的指标，分别为期现价格回归性、行业利润波动性、库存波动性和现金流情况，但并未就这四个指标如何反映市场有效性和成熟度进行论述和证明，本节将利用现有国际成熟品种美豆、铜、原油的数据对该四个指标与市场有效性关系进行验证。

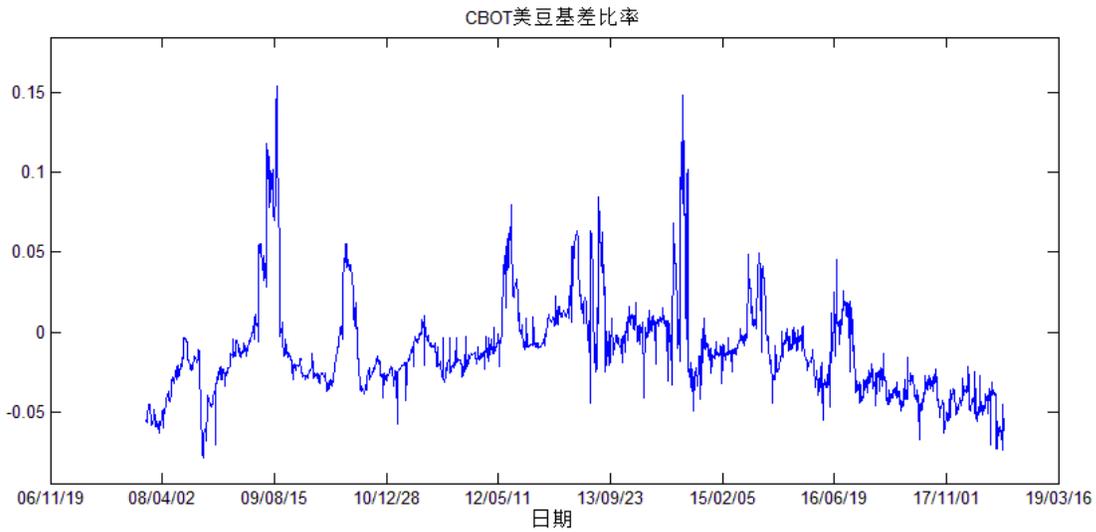
3.3.1 期现价格回归性

市场通常以基差来代表期现价格关系，基差波动大说明期现回归性差，基差波动小则说明期现回归性好。基差产生的原因主要是期货和现货两个市场间的持有成本差异，主要包含以下三个内容：（1）现货市场和期货市场的空间因素，是现货地和交割基准地不同产生的价格差异；（2）持有或储存某一商品的成本，包括储藏费用、利息，是合约月份和现货时间差异产生的差异；（3）期货标准化合约商品和普通商品之间的差异。由于基差包含了客观存在的成本，因此基差中有一部分是合理区间，也叫作无套利区间。但实际上由于市场预期的偏差，基差往往大于现实的持仓成本，这使得期货和现货之间存在一定套利机会，对于成熟的品种而言，一旦出现无风险套利机会就会被产业套利资金对冲掉，因此越成熟的品种，基差越过无套利区间的可能性越小，而越不成熟的品种基差偏离的可能就越大。由于各商品价格差异很大，为了更好的体现基差大小，下文关于期现回归性的检验中将主要运用基差比率（基差/现货）数据进行分析。

为优化论文结构，本节将以 CBOT 大豆为例，将指标验证模型的检验过程逐一呈现，后续指标验证只呈现重要的检验结果。

本文采取芝加哥期货交易所（CBOT）大豆的期货以及现货数据，CBOT 大豆的基差比率（基差/现货）原始数据如图 1:

图 1 CBOT 大豆基差比率原始数据



本文通过 Bai-Perron(2003)的结构突变检验模型检验，得出在表 2 标出的时间点数据出现异常波动，通过对个品种历史事件的对比，本文发现 CBOT 大豆模型突变的这几个点都是美豆产量炒作关键期，对基差比率的波动造成一定的扰动。

表 2 CBOT 大豆模型突变时间

品种	CBOT 大豆	原因
突变 时间	20090901	CBOT 大豆五攀升至两周高位，受旧作库存紧张以及对新作产量不确定支撑。
	20121001	因美国收割大豆及南美大豆种植显示大豆供应将增加
	20140922	创四年最低。天气有利收割及美元汇率走强导致美元计价的大豆出口竞争力下降。
	20160926	美豆收割加快预期美豆丰产，现货市场疲弱蔓延至期货市场

对 CBOT 大豆断点间的连续时间序列分别进行多元回归拟合，可以得到 CBOT 大豆模型基差拟合结果，结果如表 3。

表 3 CBOT 大豆 模型内基差拟合结果

	20080122- 20090830	20090901- 20120930	20121001- 20140921	20140922- 20160925	20160926- 201807220
C	-0.0261***	-0.0219***	0.0071	-0.0081	-0.0330
SN	-0.0001	0.0000	-0.0004	0.0000	-0.0002
D1	-0.0041	-0.0031	0.0098	0.0001	0.0037
D2	-0.0059	0.0002	0.0078	-0.0025	-0.0008
D3	-0.0070	-0.0012	0.0043	-0.0067	-0.0049
D4	-0.0023	-0.0008	0.0146	-0.0123	-0.0064
D5	0.0097	0.0058***	0.0301	-0.0100	-0.0007
D6	0.0304***	0.0244***	0.0121	0.0127	-0.0066
D7	0.0572***	0.0541***	0.0173	0.0223	-0.0147
D8	0.0604***	0.0337***	0.0421	0.0301	0.0029
D9	-0.0048	0.0204***	0.0298	-0.0043	0.0022
D10	-0.0287***	-0.0007	-0.0036	-0.0174	-0.0061
D11	-0.0160***	-0.0003	-0.0046	-0.0022	-0.0022
Adj R2		0.5988			
Log Likelihood		6720.76			

剔除了周期效应和换月效应后，采用 Garch (1,1) 模型拟合条件异方差序列。

(1) 平稳性检验

分别对各品种不同结构突变 (structural change) 点之间的模型残差进行 ADF (Augmented Dickey-Fuller) 检验。检验结果表 4 所显示，CBOT 大豆在阶段 1 无法拒绝单位根假设之外，即 CBOT 大豆在阶段 1 序列平稳性不显著，其余阶段的平稳性显著；

表 4 CBOT 大豆 平稳性检验

A		20080122- 20090830	20090901- 20120930	20121001- 20140921	20140922- 20160925	20160926- 201807220
ADF 检验 t 值		-1.93	-9.38	-6.47	-8.63	-8.77
临	1%	-3.45	-3.44	-3.44	-3.44	-3.44
界	5%	-2.87	-2.87	-2.87	-2.87	-2.87
值	10%	-2.57	-2.57	-2.57	-2.57	-2.57

(2) 自相关性检验

为了探究模型残差在各结构突变点之间的自相关性，针对 CBOT 大豆绘制了各个阶段的相关图(见附录 A.1)，从检验结果可以看出 CBOT 大豆模型残差的均值方程为 AR 形式。

(3) ARCH 效应检验

对模型残差的自回归残差进一步观察，发现其残差序列可能存在波动率聚集的现象，即大的波动往往紧挨着大的波动，而小波动周围也往往聚集着小的波动。为了检验时间序列是否存在 ARCH 效应，即条件异方差效应，随即采用 ARCH-LM 检验法，进行自回归残差的自相关检验，表 5 给出了 ARCH 效应检验结果，从检验结果可以看出除了 CBOT 大豆第一阶段，CBOT 大豆其他阶段，需要建立 Garch 模型来描述基差序列的波动性。

表 5 CBOT 大豆 ARCH 效应检验结果

大豆	20080122- 20090830	20090901- 20120930	20121001- 20140921	20140922- 20160925	20160926- 201807220
F 值	0.17	12.17 ***	23.83 ***	5.39 ***	21.79 ***
Prob. Chi-Square	0.68	0.00	0.01	0.02	0.00

(4) Garch 模型的估计

通过以上统计检验，初步检测出条件异方差的存在，所以接下来建立 Garch 模型来描述基差序列的波动性。对于 CBOT 大豆，在阶段 2、阶段 3、阶段 4、阶段 5 分别进行 Garch(1,1)拟合，得到下表 6:

表 6 CBOT 大豆 Garch 模型

A	C	α	β	$\alpha+\beta$	L
20080122-20090830 阶段 1	0.0001 (0.0000)	0.6950 (0.0000)	-0.0113 (0.0000)	0.6838	1360
20090901-20120930 阶段 2	0.0000 (0.0000)	0.0802 (0.0000)	0.8020 (0.0000)	0.8822	2868
20121001-20140921 阶段 3	0.0000 (0.0000)	0.1177 (0.0000)	0.8793 (0.0000)	0.9970	1585
20140922-20160925 阶段 4	0.0000 (0.0003)	0.1294 (0.0000)	0.8576 (0.0000)	0.9870	1781
20160926-20180720 阶段 5	0.0000 (0.0000)	0.2192 (0.0005)	-0.1238 (0.1882)	0.0954	1726

图 2 CBOT 大豆基差比率波动率

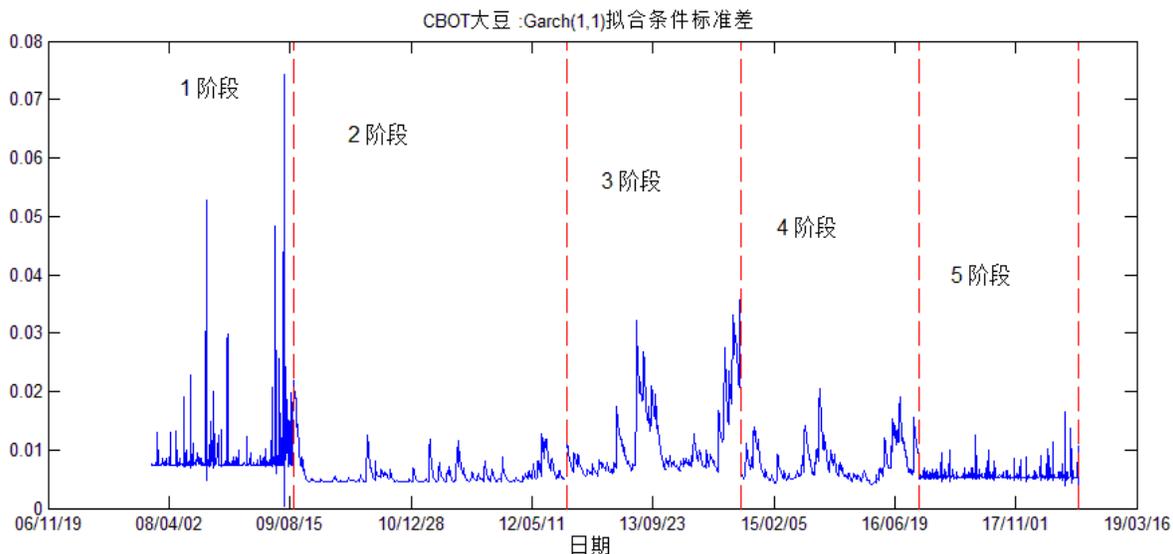
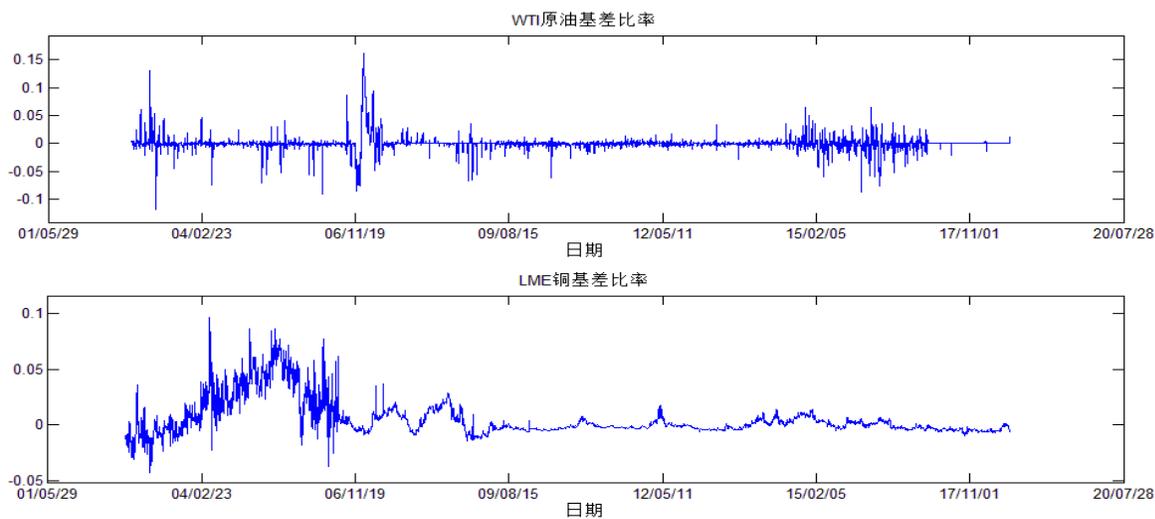


图 2 给出了 CBOT 大豆基差在各个结构突变点之间的 garch (1,1) 模型参数估计值。

在阶段 3 和阶段 4, $\alpha+\beta$ 的值较接近 1, 说明在阶段 3、4, 某时刻的基差波动对未来的基差波动具有持续影响, 即基差表现出较高的波动持续性。

LME 铜和 WTI 原油的基差原始数据如图 3:

图 3 LME 铜和 WTI 原油基差比率原始数据



对 LME 铜和 WTI 原油进行平稳性检验、自相关检验以及异方差检验，处理方式与 CBOT 大豆一致，从检验结果（见附录 A.2 和 3.1.3）可知 LME 铜和 WTI 原油模型残差都存在较显著的平稳性；LME 铜和 WTI 原油模型残差的均值方程为 AR 形式；LME 铜、WTI 原油各阶段数据存在 ARCH 效应，都需要建立 Garch 模型来描述基差序列的波动性。对 LME 铜和 WTI 原油进行 Garch 模型拟合得到表 7 和表 8 以及图 4 和图 5。

表 7 LME 铜 Garch 模型

CU	C	α	β	$\alpha+\beta$	L
20021011-20060523	0.0000	0.0665	0.9176	0.9841	2963.19
阶段 1	(0.0010)	(0.0000)	(0.0000)		
20060524-20090201	0.0000	0.0867	0.8594	0.9461	3160.71
阶段 2	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)		
20090202-20131030	0.0000	0.5609	0.4098	0.9707	7242.28
阶段 3	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)		
20131031-20160310	0.0000	0.2574	0.4617	0.7191	3220.59
阶段 4	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)		
20160311-20180720	0.0000	0.0740	0.8481	0.9222	3428.65
阶段 5	(0.0044)	(0.0010)	(0.0000)		

表 8 WTI 原油 Garch 模型

WTI	C	α	β	$\alpha+\beta$	L
20021125-20070325	0.0000	0.9548	0.5615	1.5163	3529
阶段 1	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)		
20070326-20180720	0.0000	0.0684	0.9273	0.9958	10928
阶段 2	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)		

图 4 LME 铜基差比率波动率

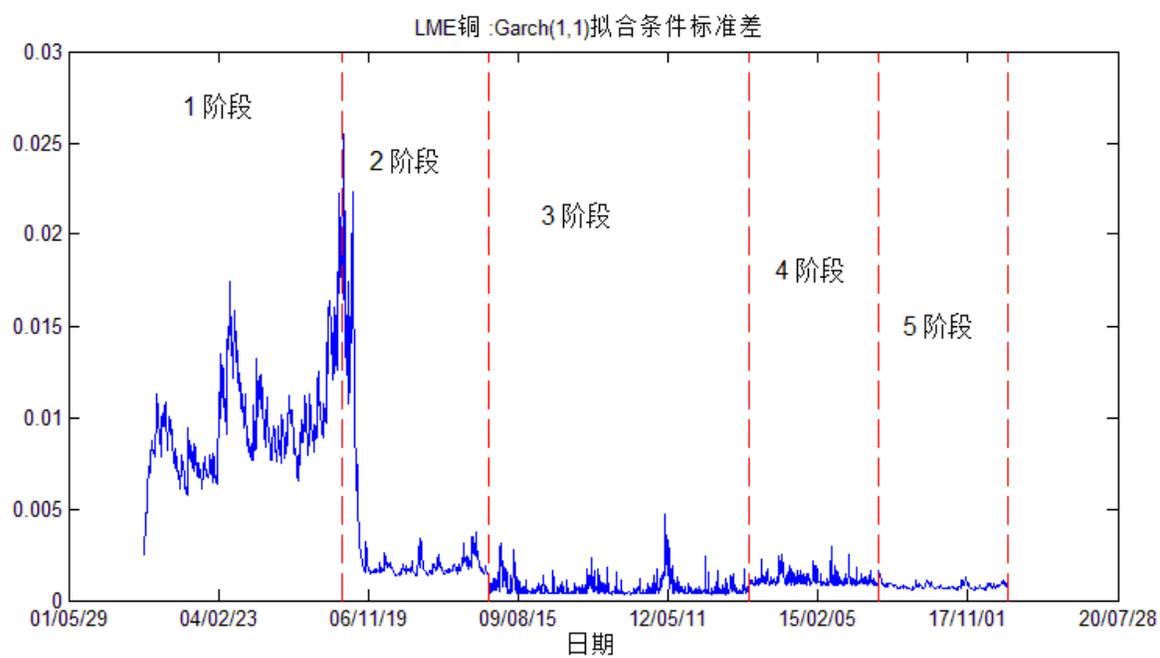
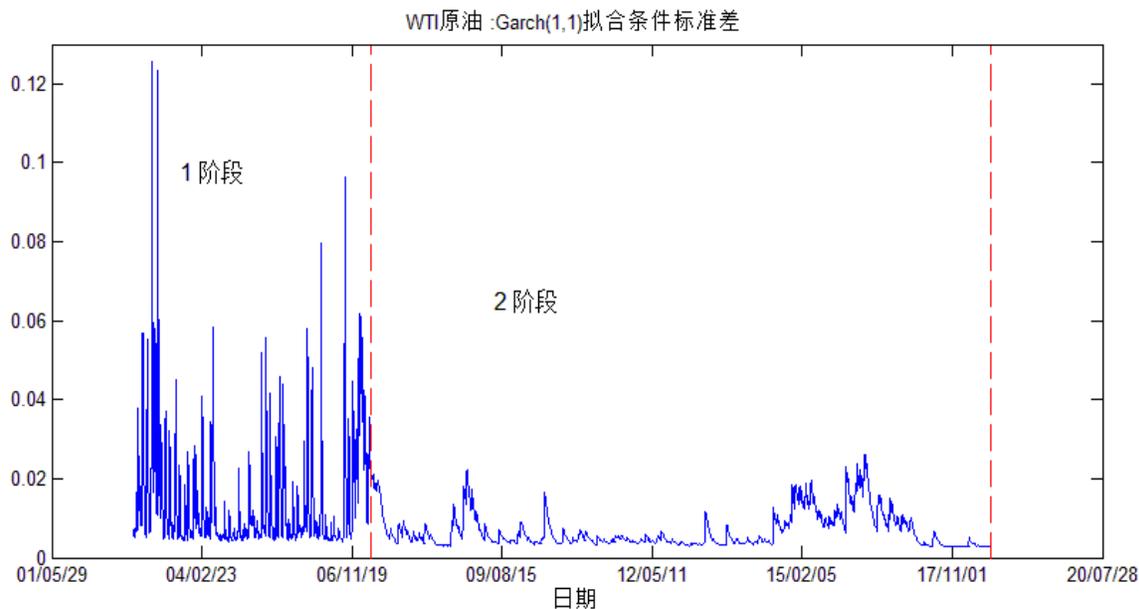


图 5 WTI 原油基差比率波动率



对于 LME 铜期货，其基差波动的 Garch(1,1)拟合结果如图表所示。在每一个阶段，LME 铜的基差波动都表现出一定的持续性。在早期(阶段 1:2002 年 10 月至 2006 年 5 月)由于供求关系不平衡，以及投机基金的活跃参与，基差呈现出极高的波动性，而 2007 年美国房地产市场下滑、全球经济增速放缓以及中国冶炼产能的大量投产导致市场总体向供需平衡过度，基差波动水平随之降低。

对于原油，模型结果显示其早期(阶段 1:2002 年 11 月末至 2007 年 3 月末)的模型参数估计值 $\alpha+\beta>1$ ，这个时期的估计结果是非平稳的，外部冲击对于基差波动的影响远远大于基差自身的波动持续性影响，并且波动无法收敛。随着 2002-2006 年原油单边上涨行情的结束以及投机资金的大幅撤退，基差波动的绝对水平降低，波动的收敛性回复正常，并且对外部冲击的敞口极大降低，但 2015-2016 美国页岩油开采技术的投产导致基差波动出现小幅回升。

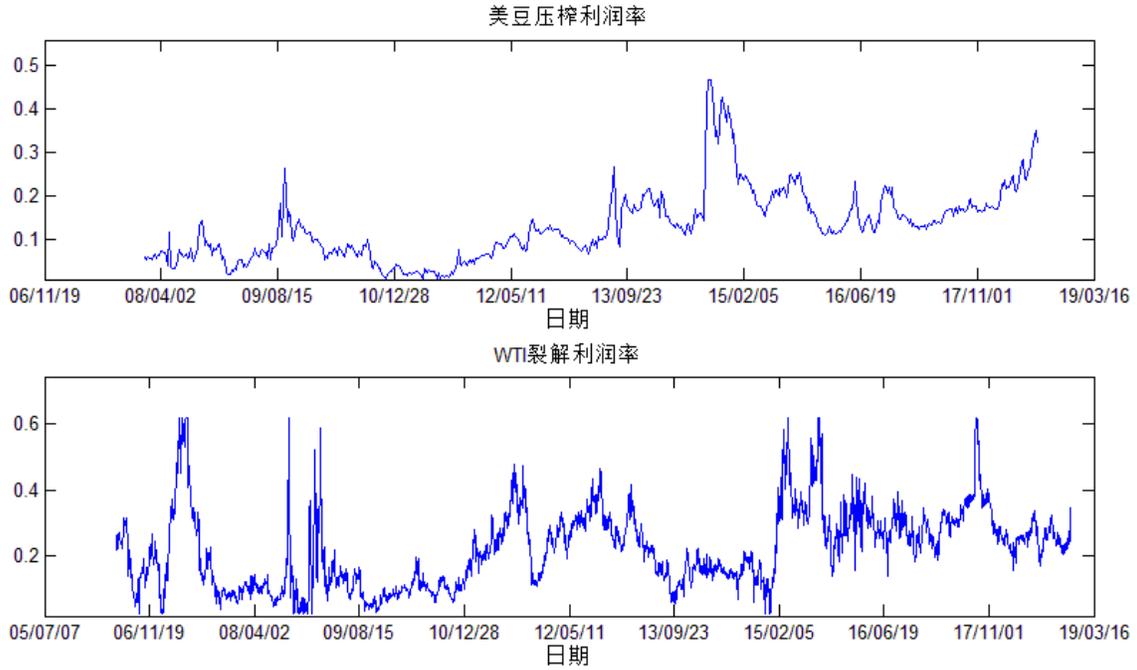
综上所述，通过上述模型外基差 Garch 模型拟合结果来看，CBOT 大豆、LME 铜、WTI 原油三大品种早期基差比率波动区间较大，但随着时间推进，基差比率的波动性表现出逐步优化的特点，其背后代表的是随着期货被越来越多的产业应用，基差偏离合理持仓区间的次数和距离越来越小，期现回归的特性越来越显著。这符合市场普遍对 CBOT 大豆、LME 铜、WTI 原油三大国际成熟品种的认识，说明用基差比率波动性能够用于判断期货品种的成熟性。

3.3.2 行业利润波动性

上文中提到，在期货市场出现之前，企业主要根据现货价格对未来的生产经营活动做决策，然而由于信息的不对称和滞后特点使得企业经常面临集体的非理性带来的巨大经营风险。期货品种上市之后使得行业之间出现了一些变化，对于具有成熟期货品种的行业来说，企业一方面可以充分利用远期期货指导未来的生产和采购决策，同时也能对过剩/不足数量进行套期保值对冲，从而减少了因价格大幅波动对生产利润的影响，使生产经营趋于平稳；而对于非成熟期货品种的行业来说，不仅远期价格对指导经营产生偏差，更使得其套保功能效果大打折扣。因此越成熟的品种对现货实体企业的指导、对冲效果越好，该行业的经营利润波动也将越小。

本文选择了下游油厂压榨利润率来对研究豆类行业利润、WTI 裂解利润率来对研究原油行业利润。下游油厂压榨利润率和 WTI 裂解利润率的原始数据如图 3.6:

图 6 CBOT 大豆和 WTI 原油利润率原始数据



对大豆的压榨利润率和 WTI 原油裂解利润率进行平稳性检验、自相关检验以及异方差检验（附录 B.1 和 3.2.2），发现大豆压榨利润率的时间序列特征满足 AR（2）和残差异方差，原油裂解利润率的时间序列特征满足 AR（2）和残差异方差，于是建立 Garch 模型，得到如表 9 CBOT 大豆和 WTI 原油的 Garch 模型参数估计：

表 9 CBOT 大豆压榨利润率和 WTI 原油裂解利润率 Garch 模型

	C	α	β	$\alpha+\beta$	L
大豆压榨利润率	0.0001	0.6796	0.3166	0.9962	1441.467
	0.0000	0.0000	0.0000		
WTI 裂解利润率	0.0000	0.1969	0.7852	0.9821	7819.791
	0.0000	0.0000	0.0000		

从参数估计的结果可以看出，大豆压榨利润率和 WTI 裂解利润率的波动都表现出较强的整体连续性。其中，大豆压榨利润波动模型的 α 参数估计值远远高于 β 估计值，说明大豆压榨利润率对外界冲击的敏感性相对更高。另一方面，裂解利润的波动收敛性也较强，外部冲击对于裂解利润波动的影响较小，外部冲击所带来的波动骤升能得到快速的收敛。

图 7 CBOT 大豆压榨利润波动率

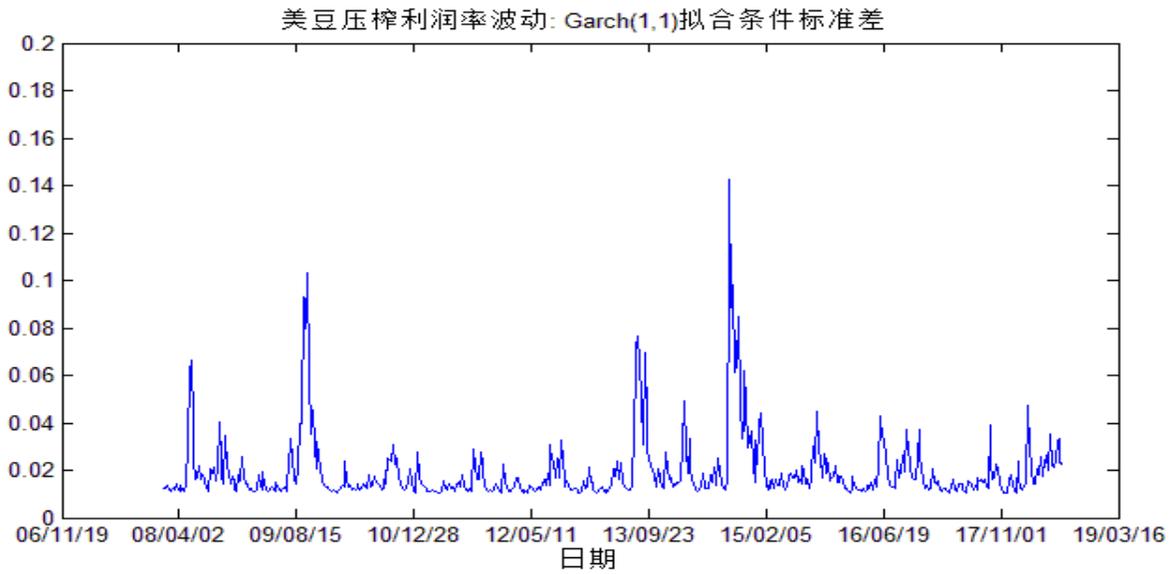
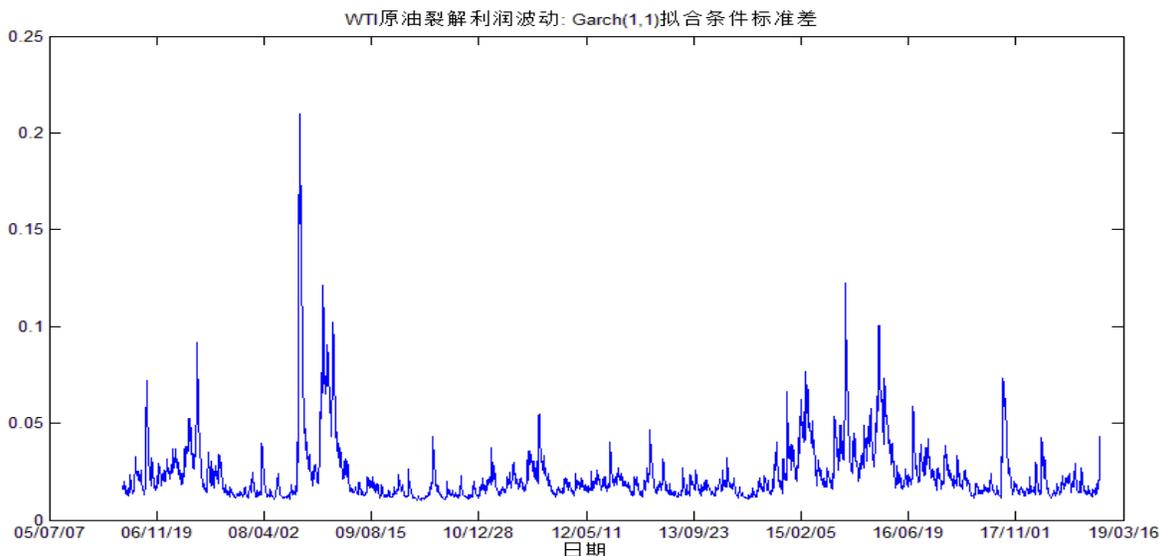


图 8 WTI 原油裂解利润波动率



通过数量分析可以发现，除了特殊事件引发的利润波动显著变化外，成熟品种的下游行业利润波动随着期货应用的推广而逐步告别大起大落、看天吃饭的模式，利润波动逐步趋小，从而说明期货品种成熟之后可以很好的帮助下游企业风险管理，从而使得行业利率波动趋于稳定。

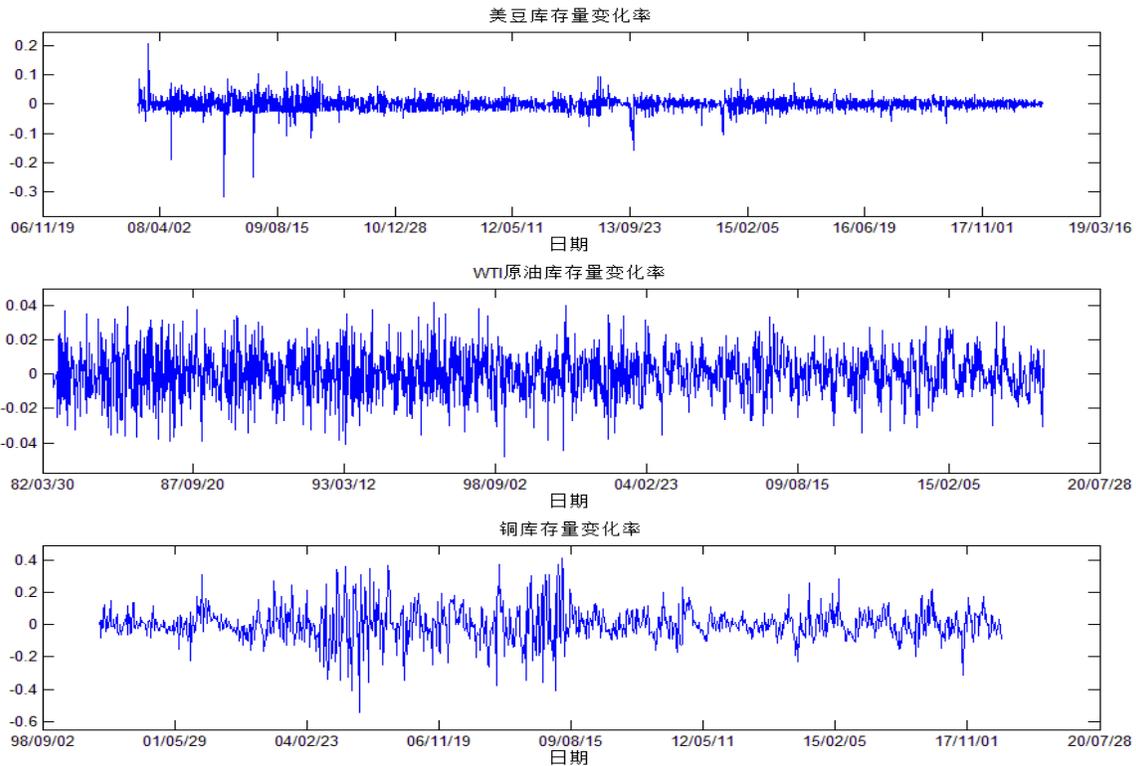
3.3.3 库存波动性

库存是供需对比的结果，因此库存波动可以很好的验证企业对资源配置好坏。上文中我们从两个角度提出了期货对行业库存的影响：一方面，企业按照远期价格安排产能投放和缩减，从而避免了阶段产能过剩和不足引发的行业库存大起大落；另一方面，由于虚拟库存管理便利性，在同一产能状态下，更多企业按照远期价格提前安排生产和采购并用虚拟头寸调节库存管理，可以避免实物库存的大幅波动，因此库存波动情况可以用来衡量该品种资源配置功能是否发挥。如果某行业库存大起大落，则说明该行业远期价格对指导生产的作用微小，那么可认为该期货品种尚未成熟，而另一行业库存波动相对稳定（刨除

季节性影响), 则说明该品种远期价格对资源配置起到很强的指导作用, 则该期货品种成熟度较高。

在对这一假设的验证过程中, 我们主要使用商品库存绝对变化量指标。商品库存按照存放的地点可以大体分为生产厂商库存、贸易库存以及下游库存三个环节, 由于生产商和下游企业因生产和贸易存在很多被动原因导致库存偏离, 不管哪个环节为了规避价格风险总是希望能把库存处理在一个合意水平上, 而这三个环节中最具有主动能力也是最能够体现价格管理水平的是贸易商, 因此本文在库存衡量指标上尽量以中间贸易商的库存为主, 对于无法区分库存归属的则选取商业库存作为检验指标。

图 9 CBOT 大豆、LME 铜和 WTI 原油利润率原始数据



本节将探究大豆、铜和原油的库存波动时间序列特征（周度频率）。原始数据如图 9

由于库存受季节性影响较大，所以本文先对库存变化的季节性效应做出估计；之后，将对剔除了季节效应后的库存变化进行一系列检验和研究，并用 Garch(1,1)模型估计库存变化率的波动。

1、季节效应

表 10 CBOT 美豆/LME 铜/WTI 原油 季节效应参数估计

变量	季节效应参数估计		
	大豆库存（港口）	阴极铜库存	原油库存
C	0.0001	0.0071	-0.0053***
D1	-0.0022	0.0026	0.0068***
D2	0.0100	0.0657***	0.0083***
D3	-0.0073	0.0000	0.0120***
D4	0.0067	-0.0457***	0.0096***
D5	-0.0005	-0.0165	0.0061***
D6	0.0126	-0.0091	0.0021
D7	0.0095	-0.0063	0.0013
D8	-0.0013	-0.0184	0.0023
D9	-0.0064	-0.0402**	0.0007
D10	-0.0118	0.0126	0.0106***
D11	0.0095	-0.0093	0.0055***

2、库存变化率波动

对大豆港口库存变化率、铜库存变化率以及原油库存变化率（频率：周度）进行检验，从检验结果（附录 C）可以看出，对于铜和原油，其库存变化率复合 AR（1）特征，并且自相关残差序列存在异方差性，因而适合 AR-Garch 模型；而大豆港口库存变化率符合较高

阶 MA 模型，将以 MA-Garch 模型估计其时间序列和波动率特征。得到表 11 的 Garch 估计结果。

表 11 CBOT 美豆/LME 铜/WTI 原油 Garch 模型估计

	C	α	β	$\alpha+\beta$	L
港口大豆库存	0.0006	0.6054	0.2638	0.8691	999.8839
	0.0000	0.0000	0.0000		
阴极铜库存	0.0002	0.0995	0.8865	0.9860	1003.9420
	0.0016	0.0000	0.0000		
原油库存	0.0000	0.0337	0.9579	0.9916	5526.2530
	0.0620	0.0000	0.0000		

对于铜库存和原油库存， $\alpha+\beta < 1$ 且 $\alpha+\beta$ 非常接近 1，并且 β 远大于 α ，因此对于铜和原油，其库存变化率的波动有较强的持续性，且受到自身波动的影响远大于外来冲击影响。而大豆库存的估计参数 α 远高于原油和铜，因此大豆库存的波动更容易受到外部冲击的影响另一方面，大豆库存的波动受到自身波动聚集效应的影响更小，波动的连续性相对更低。

从波动的估计结果来看，铜和 WTI 原油的库存波动很少出现脉冲式的波动变化，在大多数情况下都是较连续地变化；而大豆的库存波动表现出较频繁的波动脉冲。三者都表现出一定的波动幅度收敛性，可由图 10-12 直观看出。

图 10 CBOT 大豆库存变化率

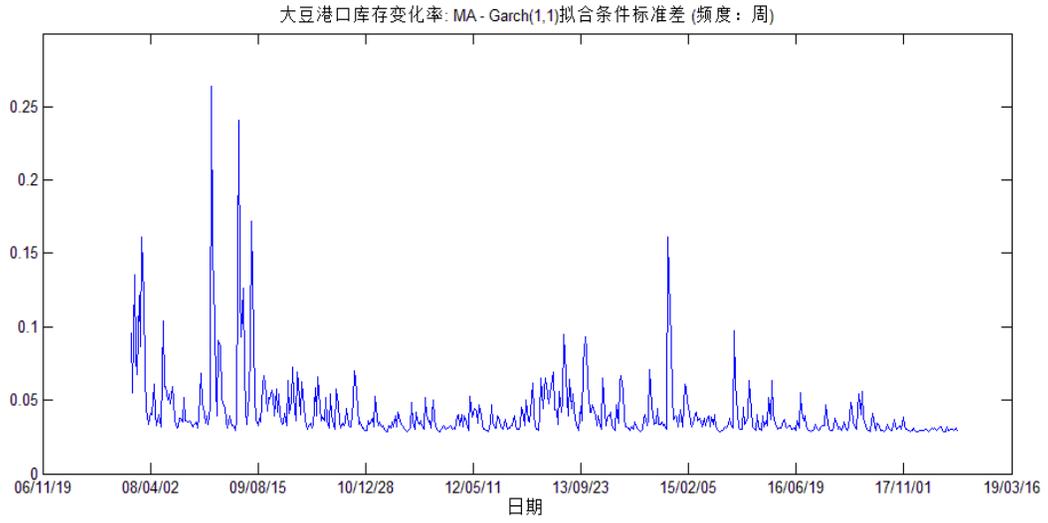


图 11 铜库存变化率

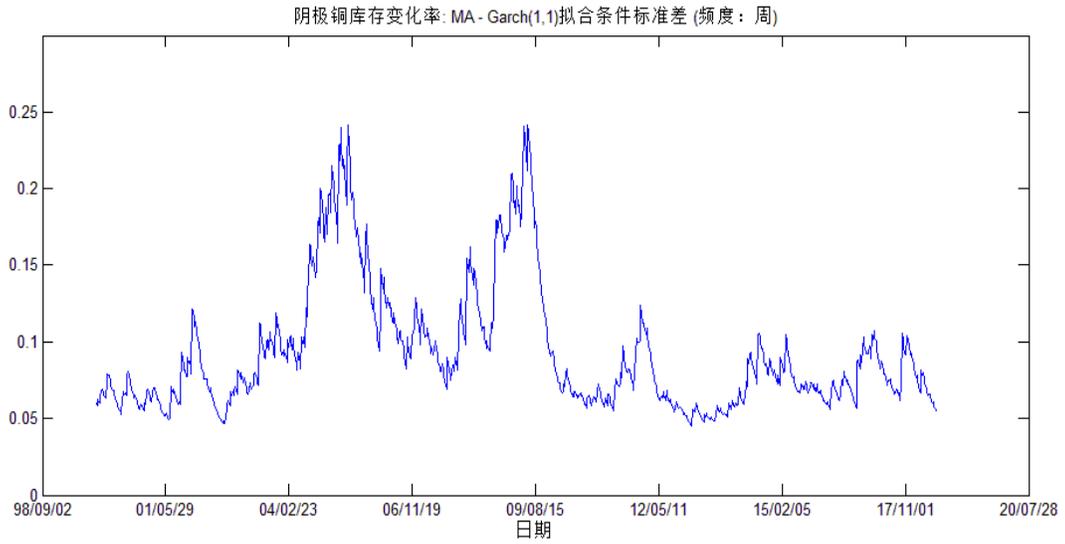
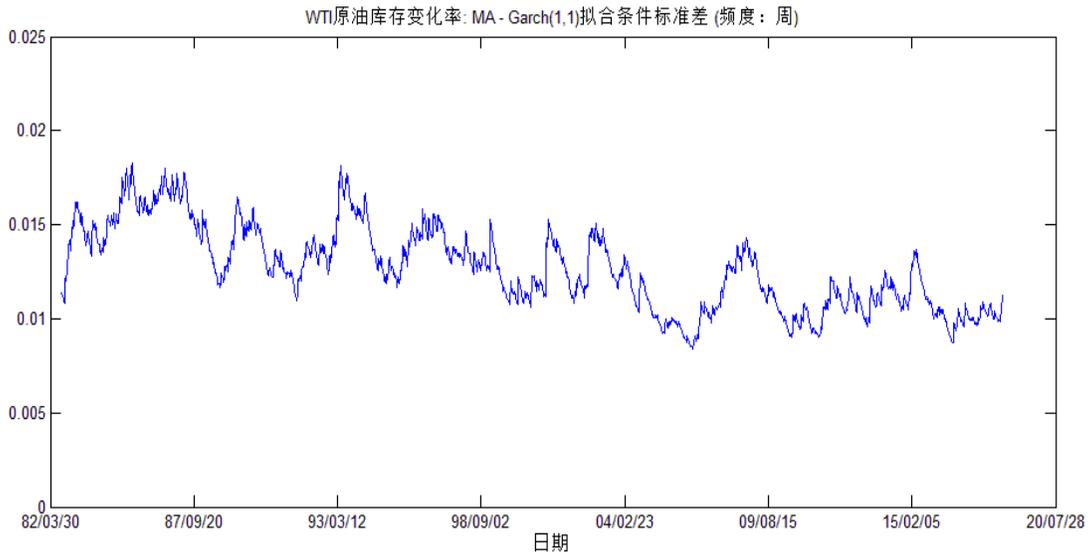


图 12 WTI 原油库存变化率



上述检验结果可以看到，早期三大商品库存波动还是很大的，而随着产业对期货应用的增加以及期货定价方式的推广，企业越来越多的利用期货管理库存，因此 2010 年之后无论是跨周期的库存变化还是周期内库存波动都有逐步缩小的特征，说明库存波动具备随该品种期货市场成熟逐步缩小的特点。

3.3.4 现金流变化

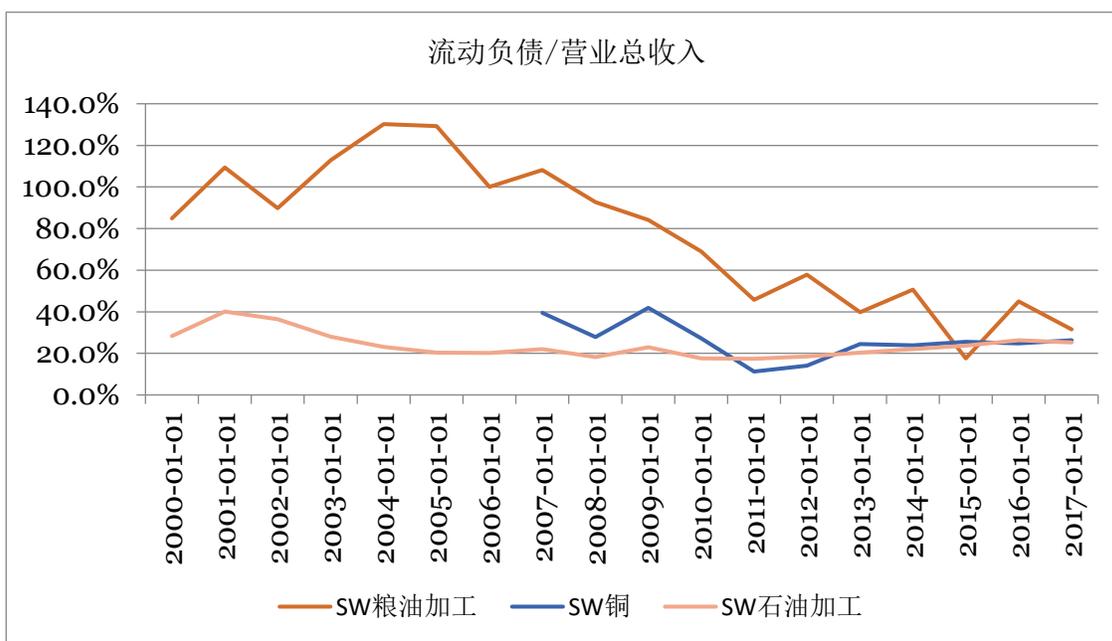
由于期货的本质含义是远期贸易合同并以实物交割为最终结算标准，因此期货头寸实际上代表了该货物的货权，持有者的持仓头寸则代表对该货物的虚拟库存，净多头持仓越大说明对该货物库存持有越多，净空头越大则说明对该货物的超卖量越大。该规则使期货头寸具有“虚拟库存”的功能，在此功能指引下，企业在增加了期货工具进行购销安排和风险对冲之后，其经营风险显著下降，长期看对减少企业短期负债、提高资金使用效率有很大帮助；其次，在增加了期货头寸做为虚拟库存管理工具之后，其保证金交易特点为企业

节省了大量流动资金和财务成本。因此成熟品种行业的所需现金流比例会逐渐降低并且趋于稳定。

为了验证该指标对检验期货品种有效性的效果，本文在衡量企业所需现金流的时间序列变化上，采用了该行业上市公司经营活动产生的流动负债/总收入作为比较指标。从一个行业的纵向发展过程来看，随着企业经营的逐步稳定，所需现金流和短期负债应该占其主营业务收入的比比例越低、越稳定越好。

图 13 展示了原油、豆类、铜三个行业相关下游企业所需流动资金的情况，从数据可以看到三者下游资金状况良好，呈现出行业整体流动负债/营业总收入趋于稳定的特点。

图 13 成熟品种下游行业现金流变化



3.4 总结

本文第二章从成熟品种的特点出发，提出了四个能够反映期货资源配置能力的指标假设，第三章选取了四个指标的代表数据，并应用 Bai-Perron 内生多重结构模型和 GARCH

模型对四个指标假说进行验证，检验结果表明上文提出的四个指标在大豆、铜、原油三个成熟品种上均有显著的时间序列优化特点，可以使用这四个指标对其他品种进行检验。

表 12 各项指标统计情况

指标名称	所选检验标的	评价标准
期现价格回归性	基差比率（基差/价格）	越小、越稳定越好
行业利润波动性	行业加工利润率波动率	越稳定越好
库存波动性	库存变化率	越稳定越好
现金流情况	流动负债/总收入	越小越好

四、国内商品期货有效性检验

4.1 国内商品期货市场概况

2018 年是我国探索期货交易的 30 周年。30 年来国内商品期货市场从无到有、从小到大，在提供定价服务、推动产业转型、协助风险管理等方面发挥着不可替代的作用。期货期权品种由最初的 12 个增加至如今的 57 个（其中活跃交易约 40 个），市场交易规模大幅扩大。根据中国期货业协会数据，2018 年上半年，累计成交 14.05 亿手，成交金额为 96.1 万亿元。未来还将推动更多商品期货和金融期货引入境外交易者，更好服务国际大宗商品贸易、产业升级调整和实体及金融企业的风险管理。因此国内商品期货市场有效性状况是现阶段期货市场的重要课题之一。

4.2 国内商品期货市场有效性检验

4.2.1 期现价格回归性

通过与前文一致的处理（检验结果见附录 D），发现时间序列特征满足 AR(1) 和残差异方差，于是建立 Garch(1,1) 模型，表 13-17 为各品种 Garch(1, 1) 模型估计参数。

表 13 PTA 基差 Garch 模型

	C	α	β	$\alpha+\beta$	LL
20070104-20080922	0.0000	0.0753	0.9389	1.0142	1360.98
	0.5559	0.0000	0.0000		
20080923-20110208	0.0000	0.1894	0.7352	0.9246	2868.69
	0.0000	0.0000	0.0000		
20110209-20130707	0.0000	0.0705	0.8806	0.9510	1585.66
	0.0348	0.0015	0.0000		
20130708-20150331	0.0000	0.0796	0.8248	0.9044	1781.40
	0.0023	0.0033	0.0000		
20150401-20180720	0.0000	0.2901	0.1796	0.4697	1726.98
	0.0000	0.0000	0.0204		

表 14 螺纹钢基差 Garch 模型

	C	α	β	$\alpha+\beta$	LL
20090327-20180720	0.0000	0.0242	0.9724	0.9966	6773.03
	0.0000	0.0000	0.0000		

表 15 豆粕基差 Garch 模型

A	C	α	β	$\alpha+\beta$	L
20000717 – 20030815	0.0000	0.0952	0.6589	0.7541	2832
阶段 1	0.0001	0.0002	0.0000		
20030818 – 20070820	0.0000	0.0429	0.9264	0.9693	3118
阶段 2	0.0004	0.0000	0.0000		
20070821 – 20100518	0.0000	0.0575	0.9166	0.9741	1897
阶段 3	0.0225	0.0032	0.0000		
20100519 – 20130221	0.0001	0.3097	0.0768	0.3865	2028
阶段 4	0.0000	0.0000	0.3477		
20130222 – 20151123	0.0001	0.3962	0.0284	0.4246	2007
阶段 5	0.0000	0.0000	0.7098		
20151124 – 20181130	0.0000	0.0244	0.9636	0.9881	2346
阶段 6	0.0124	0.0002	0.0000		

表 16 玉米淀粉基差 Garch 模型

CS	C	α	β	$\alpha+\beta$	L
20141219 - 20151217	0.0000	0.0644	0.8472	0.9116	639
	0.1645	0.1235	0.0000		
20151218 - 20170105	0.0001	0.1266	0.5478	0.6743	701
	0.1179	0.0490	0.0348		
20170106 - 20181214	0.0000	0.1524	0.7678	0.9202	1353
	0.0001	0.0000	0.0000		

表 17 沪铝基差 Garch 模型

A	C	α	β	$\alpha+\beta$	L
20030724-20061229	0.0000	0.1370	0.8367	0.9737	2580
阶段 1	0.0000	0.0000	0.0000		
20070104-20091231	0.0000	0.2280	0.7204	0.9484	2280
阶段 2	0.0000	0.0000	0.0000		
20100104-20130308	0.0000	0.1828	0.7733	0.9561	2858
阶段 3	0.0001	0.0000	0.0000		
20130311-20160831	0.0000	0.0804	0.9104	0.9908	3169
阶段 4	0.0025	0.0000	0.0000		
20160901-20181225	0.0000	0.1887	0.7547	0.9434	1847
阶段 5	0.0004	0.0000	0.0000		

通过分析表 13-17 中 Garch 模型估计参数，并结合基差比率波动率图 14-18 可发现：

对于 PTA，其参数 ($\alpha+\beta$) 呈现下降，说明其基差波动率的持续性随时间减少。并且 β 的估计值随时间呈现下降，而 α 值逐渐上抬，说明 PTA 的基差波动性对于外界冲击的易感性越来越强，而受其波动本身的影响越来越小，波动率聚集性减少；

螺纹钢的估计值 ($\alpha+\beta$) 非常接近于 1，呈现出比较强的波动持续性；

豆粕基差比率波动率在各个结构突变点之间的情况各不相同：在第二、三阶段， $\alpha+\beta<1$ 并且接近于 1，并且 β 值显著高于 α 值，豆粕基差的波动比较连续，较少出现波动冲击。在第四、五阶段由于豆粕市场开始大规模推广基差定价模式，豆粕基差表现出强烈的冲击性和不连续性，波动幅度显著提高；从 2016 年开始，随着基差定价模式的成熟，豆粕基差又呈现出较连续的波动，波动率的连续性高于历史水平。

玉米淀粉在第一阶段（玉米淀粉期货上市之初）， $\alpha+\beta$ 的值较接近 1，并且 β 值显著高于 α 值，基差波动具有较强连续性，并且较不易受外界冲击的影响。在第二阶段， $\alpha+\beta$ 的值减小，波动连续性显著降低，并且外界冲击的影响更加频繁，导致波动加剧。在第三阶段，基差的波动连续性相对于第二阶段增强，并且外部冲击对波动的影响也比第一阶段更显著，呈现出相对更强的波动冲击和波动连续性。

沪铝基差比率在各个结构突变点之间的 Garch (1,1) 模型的 $\alpha+\beta$ 的值都较接近 1，并且 β 值显著高于 α 值。其中在第四阶段由于海外需求提升，海外供应缺口越来越大，沪铝升贴水波动受自身基本面供需影响更大，沪铝的基差波动呈现较强的连续性，突发事件冲击对其的影响比较不显著。在其他阶段，沪铝的基差波动率对突发事件的敏感性更高，尤其在第二阶段，国家政策频频，导致突发冲击对沪铝基差波动性影响较频繁，并且波动的幅度也相对较高。

图 14 PTA 基差比率波动率

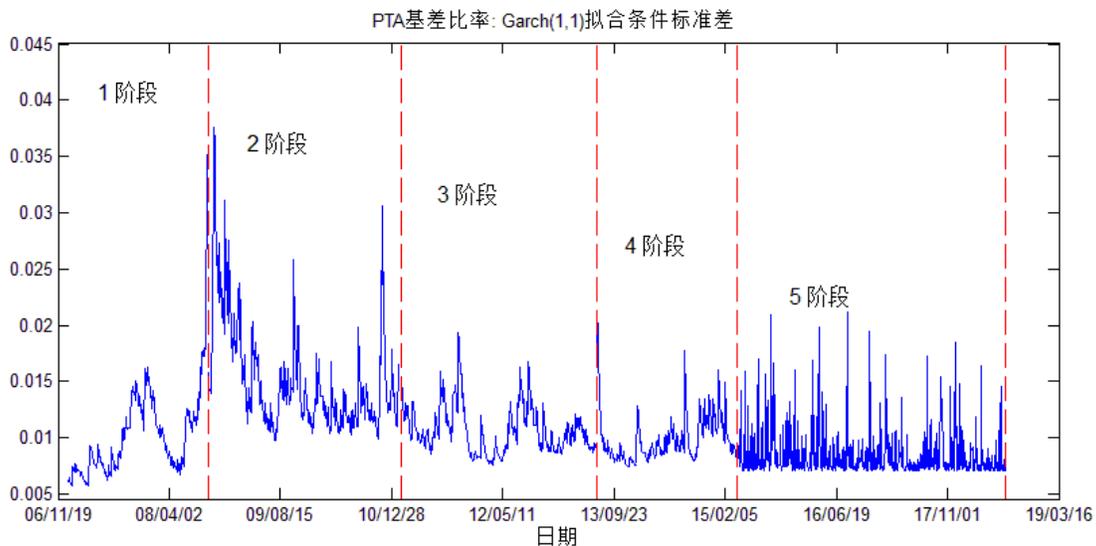


图 15 螺纹钢基差比率波动率

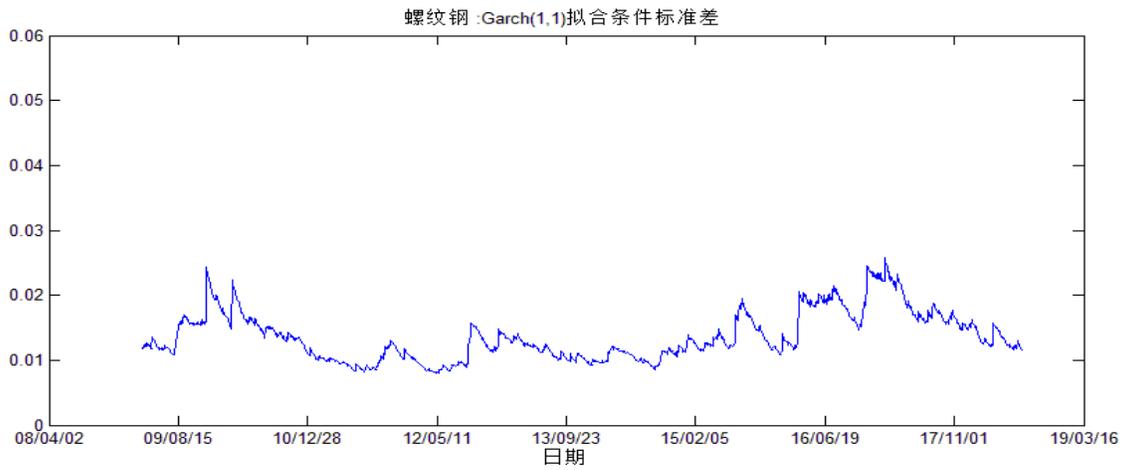


图 16 豆粕基差比率波动率

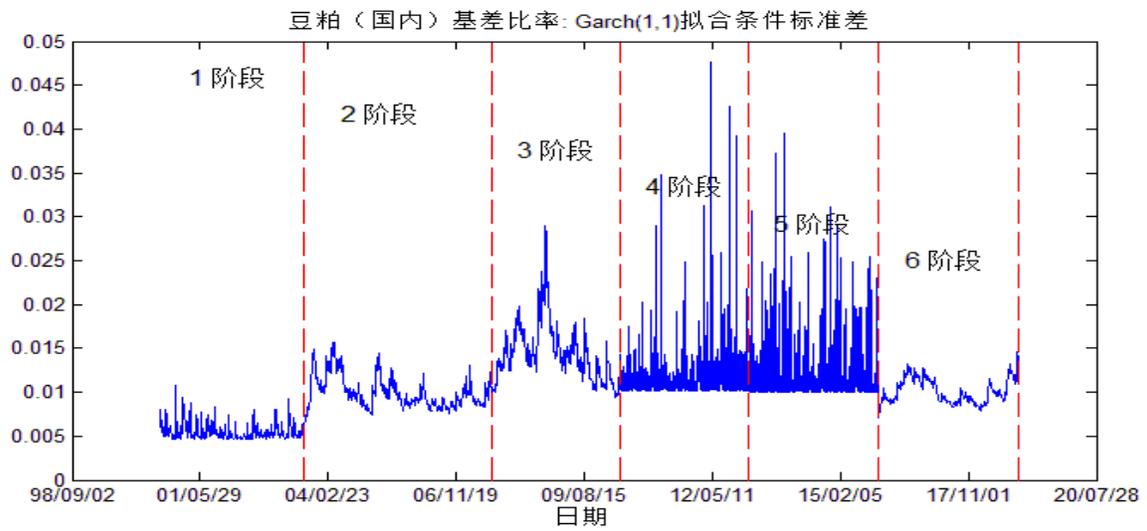


图 17 玉米淀粉基差比率波动率

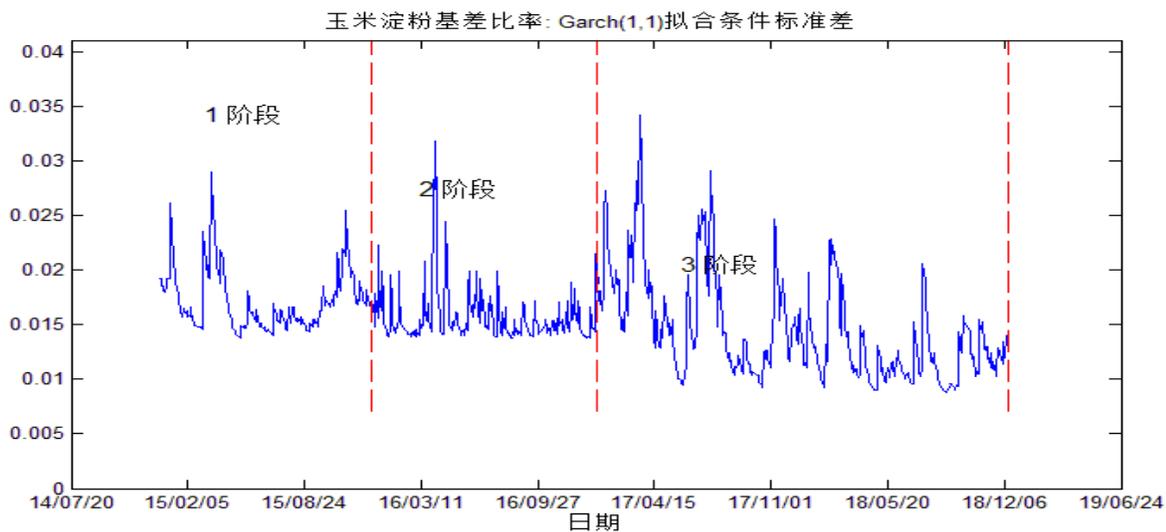
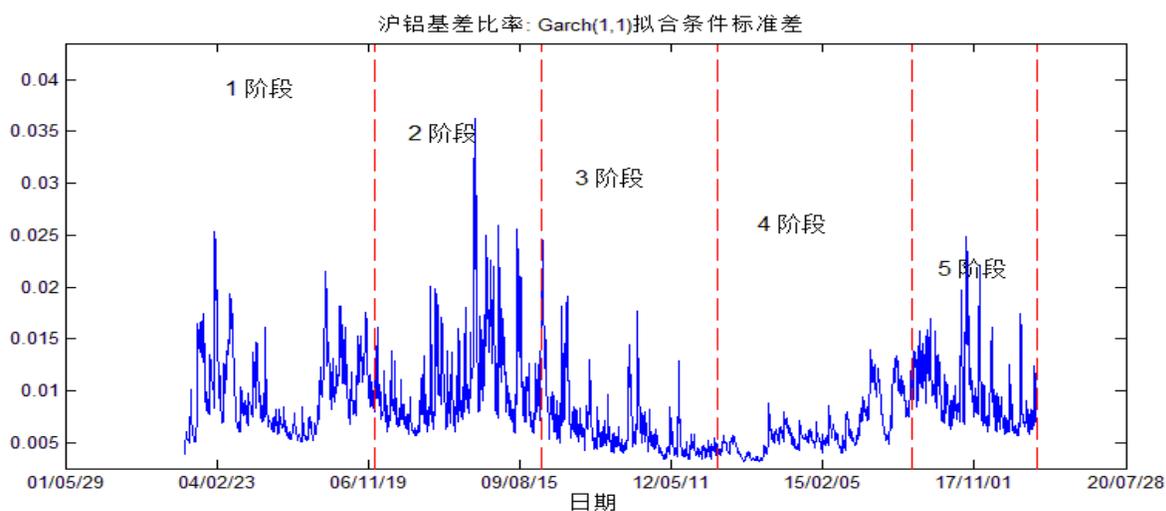


图 18 沪铝基差比率波动率



从图 14-18 中 PTA、螺纹、豆粕、玉米淀粉和铝的基差比率波动率检验结果，可以直观看出 PTA 基差波动有逐步缩小趋稳的特点，而螺纹期货虽然经历了数十年发展，但其基差波动仍没有明显特点，豆粕的基差波动在各时间段呈现出完全不一样的特征，第四和第五阶段由于油厂大规模推广基差定价导致波动率加剧，其他时间窗口中波动维持较低水平；

玉米淀粉的基差波动随着时间逐步缩小，但波动仍然较大，铝的基差比率重心较低，但波动率较大，特别是从第四阶段后期开始受供给侧改革影响波动变大。

4.2.2 行业利润波动性

通过对 PTA、钢铁、豆类压榨、玉米淀粉加工以及铝生产行业的生产利润率检验（具体见附录 E）发现 PTA 生产利润率数据满足 AR（1）和异方差性，钢厂利润率在剔除供给侧改革影响后其时间序列满足 AR（1）和异方差性，豆类压榨、玉米淀粉加工以及铝生产行业的生产利润率也都满足 AR（1）和异方差性，于是分别建立 Garch（1,1），参数估计如下：

表 18 PTA、螺纹钢、豆粕、玉米淀粉和沪铝利润率波动 Garch 模型

	C	α	β	$\alpha+\beta$	L
PTA 生产利润率	0.0000	0.0758	0.9205	0.9963	6361.303
	0.0000	0.0000	0.0000		
钢厂利润率	0.0000	0.0064	0.9878	0.9942	4273.322
	0.0000	0.0000	0.0000		
豆粕压榨利润率	0.0000	0.0389	0.9522	0.9910	7951.749
	0.0000	0.0000	0.0000		
玉米淀粉 加工利润率	0.0000	0.0638	0.8728	0.9366	13811.7
	0.0000	0.0000	0.0000		
沪铝生产利润率	0.0001	0.0571	0.9140	0.9711	6240.38
	0.0000	0.0000	0.0000		

参数估计的结果显示，PTA 生产利润率的波动性呈现出显著的连续性和波动幅度逐渐减小的趋势，对外部冲击比较不敏感，说明面对政策、重大事件等外因导致的冲击，产业对加工利润的调节较快。RB 炼钢利润率的波动连续性非常强。外部冲击的影响频次较少，但

每一次外部冲击对炼钢利润波动产生的影响，都耗费较长时间修复，波动的收敛性极差。豆粕（国内）压榨利润率的波动连续性非常强。外部冲击的对豆粕生产利润率的影响十分有限。玉米淀粉加工利润率的 Garch(1,1)模型参数估计结果显示 $\alpha+\beta<1$ ，波动具有较强的连续性。外部冲击对玉米淀粉加工利润的影响主要体现在前期，呈现出波动幅度大，波动冲击频繁的特点。沪铝生产利润率的波动主要来自于自身波动的持续性，并且波动持续性较强。

图 19 PTA 生产利润率波动率

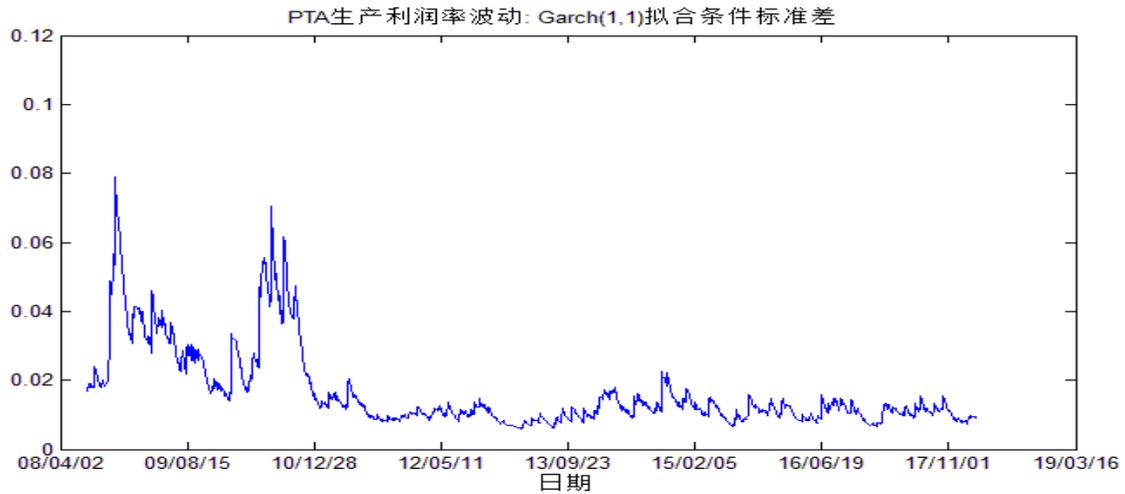


图 20 钢厂利润率波动率

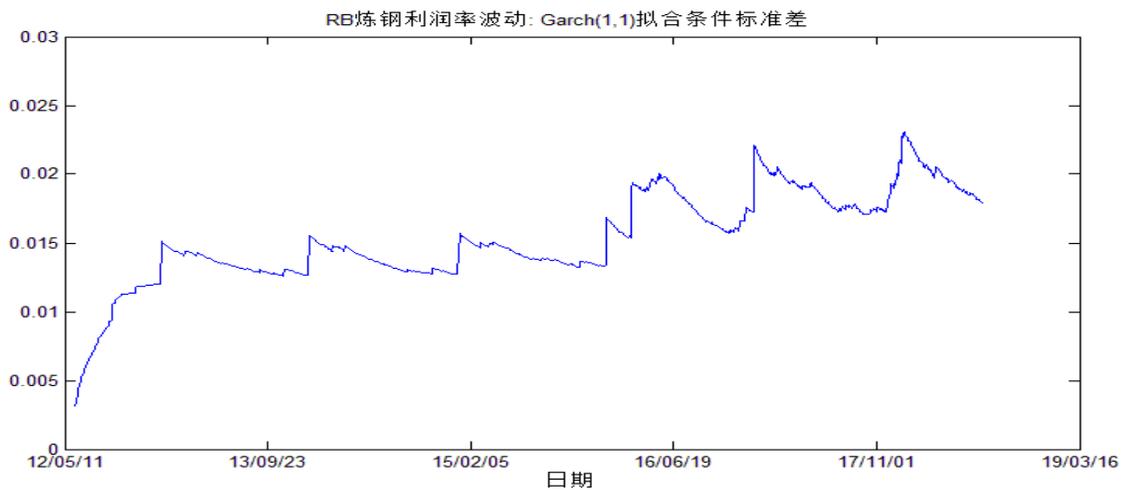


图 21 豆粕压榨利润率波动率

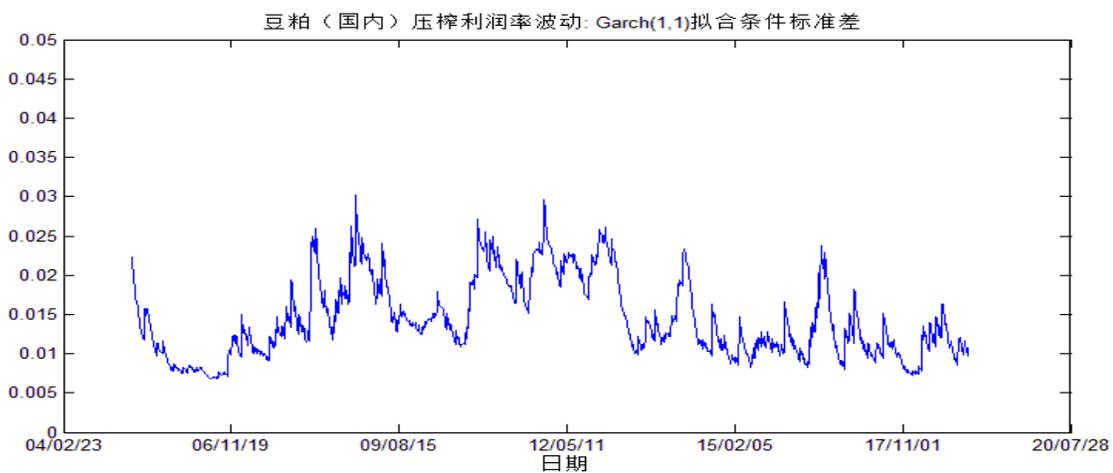


图 22 玉米淀粉加工利润率波动率

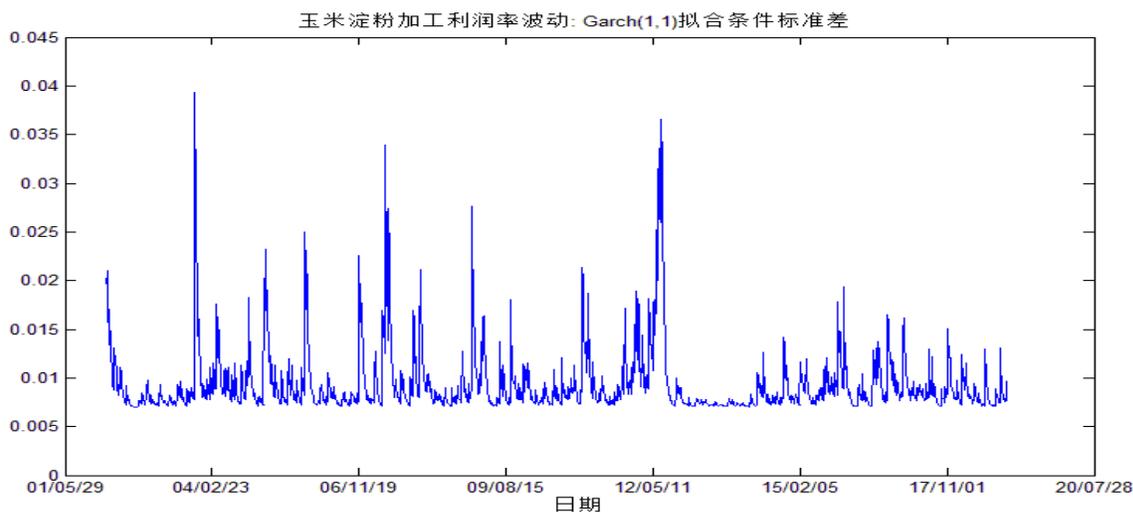
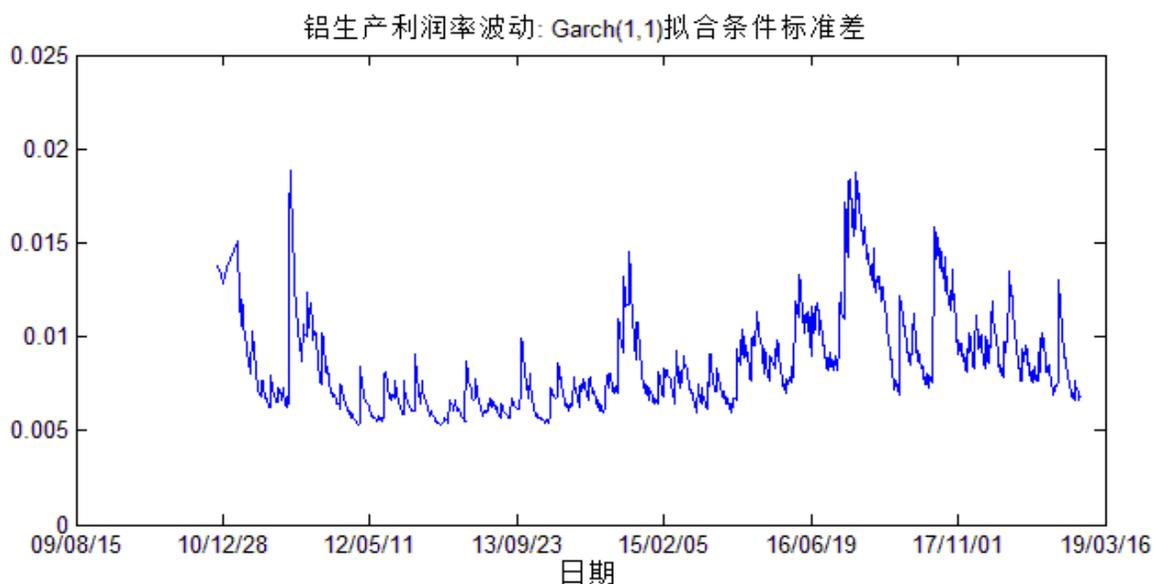


图 23 沪铝生产利润率波动率



如图 19-23 所示，对于 PTA 生产利润率（图 19），其波动的绝对水平呈现出随时间下降的趋势。螺纹钢炼钢利润率（图 20）波动水平依然未见趋缓。国内豆粕压榨利润率（图 21）的波动水平相对较低，且波动连续性较强。随着玉米淀粉期货合约的上市（2014 年 12 月 19 日），玉米淀粉加工利润率（图 22）的波动幅度显著减小，并且波动的连续性提高。

沪铝加工利润率（图 23）受到外界冲击的影响，在 2016 年、2017 年受到外界冲击导致波动幅度大幅抬升。

4.2.3 库存波动性

对螺纹钢库存变化率数据执行检验步骤，检验结果（见附录 F.1）显示螺纹钢库存变化的波动率适用于 Garch(1,1)模型。对豆粕和沪铝库存变化率模型进行检验，库存变化率模型残差序列符合平稳特征，并且残差检验存在异方差性，适用于 Garch 模型

表 19 螺纹钢、豆粕、沪铝库存变化率

	C	α	β	$\alpha+\beta$	L
螺纹钢库存	0.000341	0.996	0.074144	1.0701	1325.94
	0	0	0.0427		
豆粕库存	0.0060	0.2967	0.3502	0.6469	204.80
	0	0	0.0016		
沪铝库存	0.0001	0.3785	0.6039	0.9824	782.8764
	0.0091	0	0		

表 19 所显示的 Garch 模型估计结果显示 $\alpha+\beta>0$ ，对于螺纹钢的库存变化率，其波动率无法收敛，并且对外部冲击十分敏感。豆粕库存波动率的估计参数 $\alpha+\beta<1$ ，并且 β 与 α 大小相近，因此对于豆粕，其库存变化率的波动有一定的连续性，并且自身波动聚集效应的影响与外来冲击影响几乎同样重要。铝的估计参数 $\alpha+\beta$ 小于并接近于 1，因此对于沪铝，其库存变化率的波动有较强连续性，并且自身波动聚集效应的影响强于外来冲击影响同样重要。

图 24 螺纹钢库存变化率

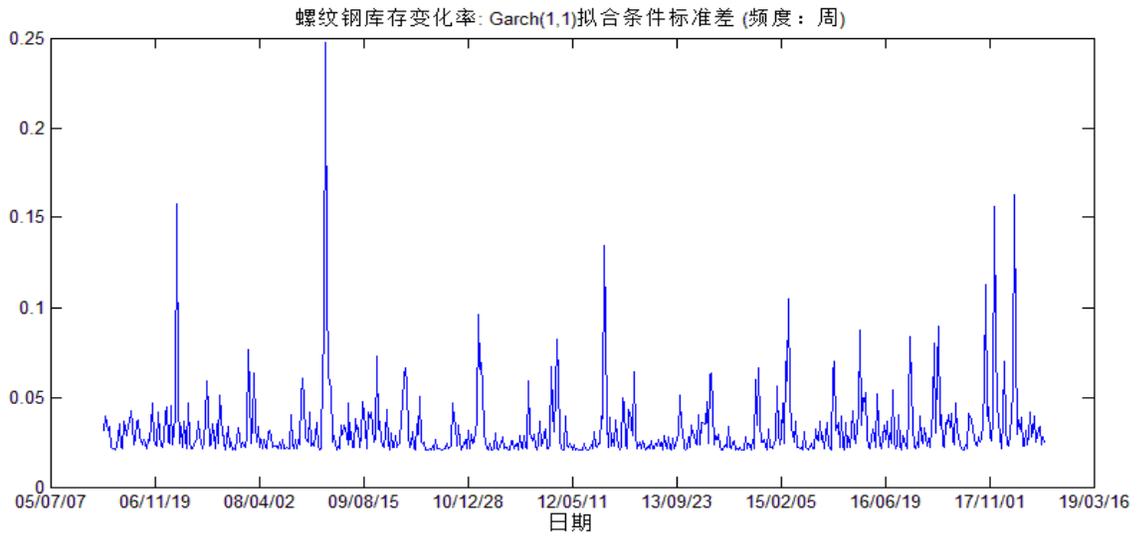


图 25 豆粕库存变化率

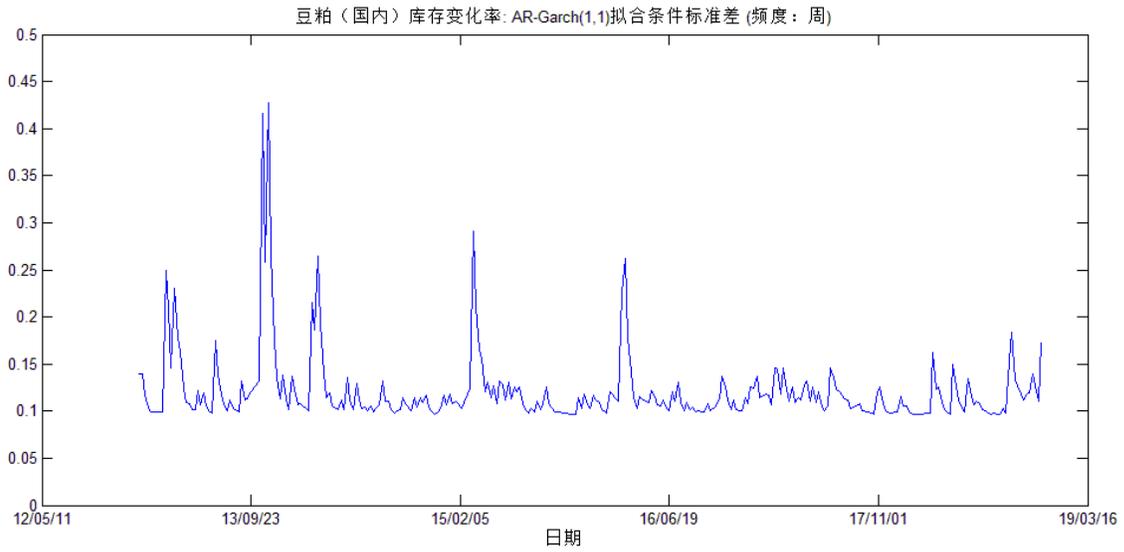
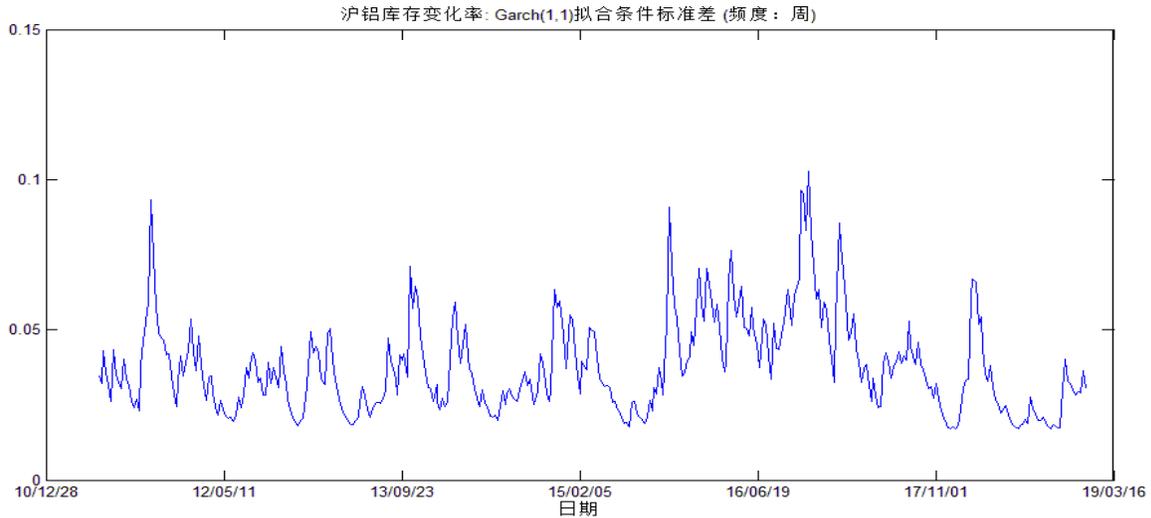


图 26 沪铝库存变化率

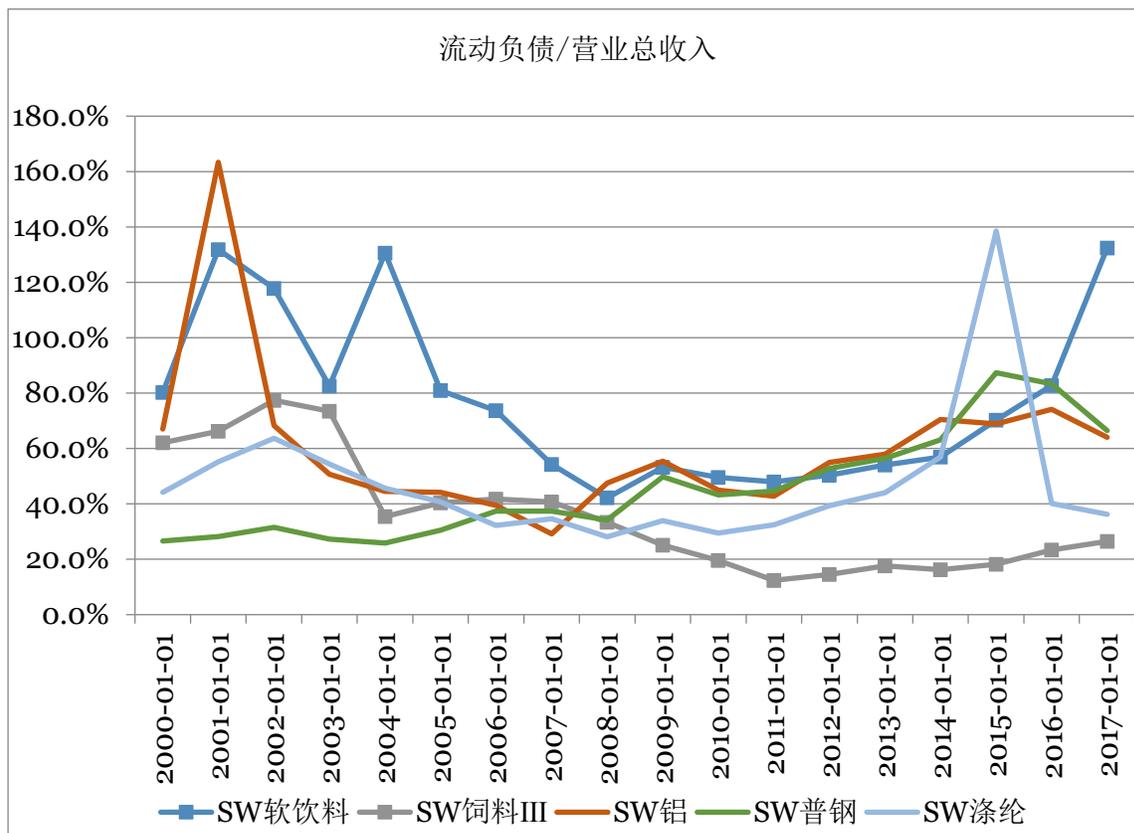


由图 25 可以看出，豆粕库存波动水平较有规律，除了间或受到外部冲击的影响外，还同时受到自身波动连续性的影响。同时，随着时间的推移，重大外部冲击的发生频率以及影响幅度均呈下降趋势。波动幅度逐年降低。由图 26 可以看出，铝库存波动水平具有较强连续性，但是波动幅度并没有显示出逐年递减的态势，波动幅度在各个年份之间没有明显分布。

4.2.4 现金流变化

图 25 展示了 PTA、螺纹、豆粕、玉米淀粉以及铝的相关行业所需现金流变化情况，从数据结果看，豆粕下游加工企业的负债营收比自 2004 年以来一直维持低位；PTA 下游加工企业所需现金流在近期有明显改善；螺纹钢、玉米淀粉和铝相关下游行业的流动负债/总资产比率仍然较高，说明其现金流情况并未因期货发展有改善。

图 27 品种相关行业现金流变化



4.3 验证结果分析

我们使用四个指标分别对国内 PTA、螺纹、豆粕、玉米淀粉、铝五个品种进行检验，结果发现被检验几个品种在各指标上呈现出不同结果。

其中，PTA 在期现回归性特点上表现出明显的时间序列优化特点，2012 年以后回归性趋于稳定，这保障了它资源配置能力的顺畅发挥，从检验结果上看 PTA 在 2015 年以后行业利润率、库存波动、行业现金流情况出现明显改善，但目前观测时间较短，结论尚未稳定，本文认为 PTA 正在逐步成熟中；螺纹钢期货虽然交易非常活跃，但在四个指标上都未通过显著性检验，说明其资源配置能力尚未得以发挥，因此我们认为螺纹钢期货从资源配置能力的角度尚未发展成熟；豆粕在四项指标上均呈现出显著的时间序列优化特点，证明

豆粕期货能够很好的发挥资源配置能力，可以认为豆粕期货是一个成熟品种，其期货市场是有效的；玉米淀粉虽然在行业利润波动率上表现出时间序列的优化特点，但在回归性和其他指标表现一般，本文认为玉米淀粉是待成熟品种；铝和螺纹一样在多项指标上表现不佳，本文认为铝也是非成熟品种，其对现货市场的资源配置有效性一般。

各项指标检验结果汇总如下表 20：

表 20 部分国内品种各项指标检验结果

	期现价差回归性	行业利润波动性	库存波动性	现金流变化
PTA	趋小、趋稳特征明显，但易受外界冲击	生产利润在 2015 年以后逐步趋稳	数据缺失	2015 年后回落明显
螺纹钢	维持较大的波动率，无显著趋稳倾向	仍然维持较高波动	不具规律性	仍维持高位
豆粕	总体较小，2010-2014 波动较大	波动率总体偏小	波动较小	2004 年以来维持低位
玉米淀粉	趋小，但波动仍旧较大	波动水平较低，波动幅度显著减小	数据缺失	近年来越来越高
铝	重心一直较低，但维持较大波动	波动幅度未呈现收窄态势	波动未呈现收窄态势	仍维持高位

在上述检验结果上进一步对各期货品种表现原因进行分析。

首先，本文关于价格对资源配置的概念是从现货市场演化而来的，一个品种若其所处现货市场本身价格对供需调节就失灵的话，那期货对资源的调节作用一定是无效的，但这不是本文研究的范畴。本文在挑选国内检验品种时已经考虑了这一因素，文中挑选的检验

品种均为市场化程度较高、几乎接近完全竞争市场的品种，其现货价格对市场资源调节本身是有效的。本文主要研究的是期货品种上市后，能否通过“价格发现”和“套期保值”两个手段实现远期价格对资源配置的优化，而期现回归的优劣是决定期货“价格发现”和“套期保值”两大功能是否发挥效果的关键。因此本文在对期货市场有效性的结果分析时仅从期货角度探讨，并未对现货市场自身情况花大量笔墨论述。

通过对成熟品种和非成熟品种的横向比较，本文认为导致一个品种期现回归性不好的原因主要有以下几条：

（1） 交易标的不明确

交易标的不明确主要体现在交易标的基准地选择和标的质量的确定两个方面。首先，在基准地方面，期货基准地应该符合真实的贸易流向，以避免增加逆向物流成本。如大连商品交易所的大豆期货在合约上市时大豆的主要贸易流向是从东北通过大连港向南方运输，因此最初选择大连为交割基准地，而随着我国进口大豆的增加，国产大豆的压榨经济性严重缺乏竞争力，华中华南的粮油加工企业主要采购进口豆压榨，这使得国产大豆的使用被挤压回东北当地，而此时交割基准地还在大连的话对买方来说额外增加了港口拉回加工地的贸易物流成本，这使得期货和现货难以回归。其次，交割标的质量方面，交割标的质量要符合市场主流贸易需求，替代品和标准品的价差要符合真实贸易习惯。期货交易所设计合约交割标的时面临两个难点：一方面要保证有足够多的交割量，否则容易造成逼仓，期现难以回归；另一方面，扩大交割范围后买方接货面临的不确定性增大，使得期货和现货存在一定宽度的价格盲区。以大连商品交易所的铁矿石期货合约为例，标准品位为典型 62% 品位主流矿粉，替代品为满足一套指标体系条件的烧结粗粉，每个指标和标准品相比都有

相应扣罚，各项指标的扣罚标准是按照合约上市初期现货情况设定的，而随着市场使用习惯的改变，现货中各项指标奖惩也在发生改变，如果期货交割品的扣罚标准不及时调整就会造成期货标的和现货标的定价差异，使得期现回归性变差。

通过上述说明，本文认为交易标的不明确主要体现在标的物的范围较宽泛，从而使买方接货的不确定性大、处理成本较高，数据上反映为交割盲区占价格比例较大。下表是在各品种资深研究员协助下计算出的五个被检验品种的交割盲区比例：

表 21 部分国内品种交割盲区比例

品种	PTA	螺纹	豆粕	玉米淀粉	铝
盲区比例	1%	6%	1%	2%	0.1%
标的明确度	明确	不明确	明确	明确	明确

(2) 制作仓单难度大

我国商品期货合约都是以实物交割为最终结算方式的，这是期货最终向现货收拢的根本保障。然而，由于部分品种的期货设计和现货贸易习惯存在一些差异，使得期货仓单在短时间内制作存在难度，因此会出现临近交割被逼仓而导致期现无法收拢的情况。以上海期货交易所螺纹钢期货为例，由于螺纹暴露在空气中容易生锈，因此交易所要求交割品必须是 30 天以内生产的螺纹钢，而且因现货贸易的计重方式和期货有所差异，因此一般卖方交割会提前 1-2 个月向钢厂定制仓单需求，这就导致即使临近交割期现偏差大，也可能因为来不及组织仓单使得期现无法很好回归。

可见，仓单制作难度主要问题在于期货和现货贸易习惯存在差异，从而使得仓单需要特别制作，尤其是没有厂库信用仓单制度的情况下，制作仓单排产需要提前一定的时间，

从而给交割制造较大难度。本文根据各交易所的交割规定以及资深研究员的经验，对被检验五个品种的仓单制作情况比较如下：

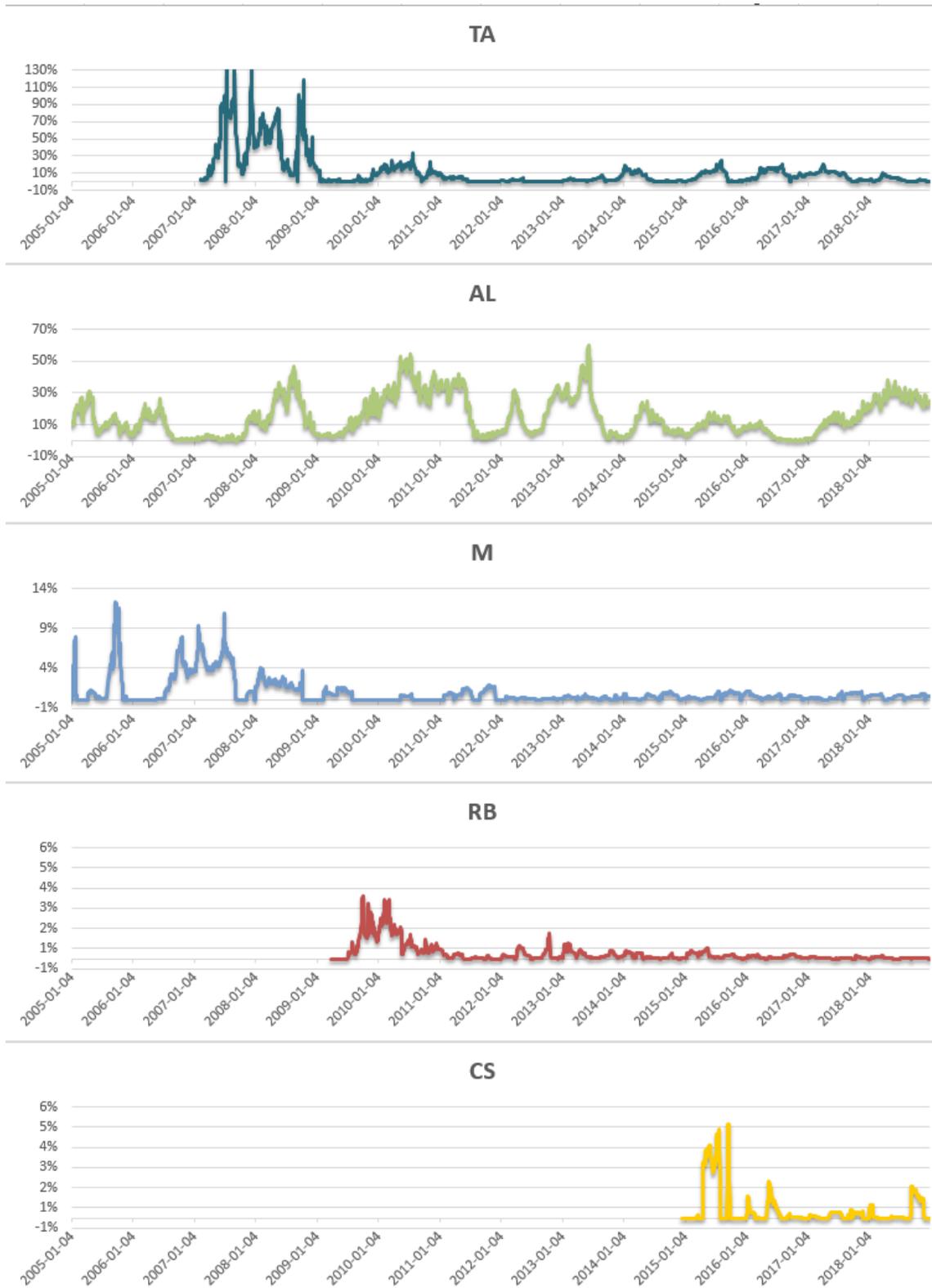
表 22 部分国内品种仓单制作情况

品种	PTA	螺纹	豆粕	玉米淀粉	铝
厂库信用仓单	允许	不允许	允许	允许	不允许
是否需要定制	不需要	需要	不需要	不需要	不需要

(3) 产业参与度低

本文第二章在构建检验指标时提到“期现回归性的好坏既是一个品种能否吸引产业资金使用它进行风险管理的原因，同时又是产业资金参与的结果”。产业资金参与强的品种，一旦出现无风险套利机会就会立刻对此纠正，而对于投机性强、产业参与度低的品种出现为风险套利机会后的纠偏动力往往是迟钝的。可以用于检验品种产业参与度的数量指标有很多，如库存/产量，仓单量/总持仓等：库存/产量越低，说明品种可投机性越强；仓单量/总持仓越小说明实际参与度越低。图 28 把被检验五个品种的仓单/总持仓数据进行了比较，数据表明螺纹的产业交割量占总持仓的比例最低，可认为其产业参与度较低。

图 28 各品种仓单/合约总持仓



(4) 其他规则限定不合理

为了保障交割履约，交易所在设计期货合约时往往还增加了其他相关限制条款，如临近交割时对买卖双方的限仓制度。以大连商品期货交易所的鸡蛋合约为例，为了防止买方逼仓规定鸡蛋期货一般月份限仓标准为 300 手、交割月前一个月第一个交易日起限仓标准为 100 手、交割月前一个月第十个交易日起限仓标准为 30 手，这导致买方非常零散并且虚盘大量萎缩，因此之前鸡蛋合约大部分以贴水交割结束。2018 年 5 月大商所对这一规则进行了调整，对非交割月份和交割月份持仓限额分别扩大至原限仓标准的 2 倍和 4 倍，调整限仓后的鸡蛋合约期现回归性大大提高。

综上，本文对被检验的五个品种针对上述各因素情况汇总如下：

表 23 部分国内品种因素汇总

	标的确定性	仓单制作难度	产业参与度	其他限制
PTA	明确	难度小	中等参与	无
螺纹	不明确	难度大	少量参与	无
豆粕	明确	难度小	广泛参与	无
玉米淀粉	明确	难度小	少量参与	无
铝	明确	难度小	中等参与	无

需要进一步指出的是，我们在上述四个因素的检验中，除了期现回归性以外，行业利润率、库存波动性和现金流状况三个因素的分析都无法排除其他相关因素的影响。本文虽然并未花较多笔墨追求逻辑严密性，但在检验品种的选择和样本数据的截取上进行了以下考量：第一，在选取被检验期货品种时，尽可能选择市场化程度高、上下游几乎处于完全竞争的现货品种，这样可以排除品种因自身行业制约因素使得资源配置无效的影响；第二，对检验因素尽可能获取足够长的时间序列数据，因为在无法排除某些年份特殊事件对产业发

展影响的情况下，使用越长周期数据从概率上越有说服力；第三，为了排除企业家能力、管理水平提高等因素对单个企业利润率、库存状况、现金流的影响，我们所有的数据采用的都是行业数据，可以避免单个企业特殊因素的干扰，只有能带来全行业的资源配置优化才是本文认为成熟有效的品种。

五、结论与展望

5.1 本文主要工作和结论

在以往关于期货市场有效性的研究中，主要集中在有效市场假说理论、持有成本与价格发现理论、无套利理论三个角度上，本文开创性的从期货价格的资源配置角度入手，在总结国际成熟品种特点的基础上，构建了一套能够反映期货价格优化资源配置的指标，并利用以上几个指标对部分国内活跃品种的有效性进行检验，并在检验结果的基础上进一步横向比较，找出制约该品种期货成熟的原因。

本文的主要工作包括以下三项：

1、通过总结现有国际成熟期货品种的特点，找出能够反映期货资源配置能力的四个指标，分别为期现价格回归性、行业利润波动性、库存波动性、现金流情况；

2、把上述四个指标表现和期货成熟度构建假说关系，利用 Garch 模型对上述四个假说进行检验，检验结果表明随着期货市场发展成熟度的提升，以上四个指标体现出比较显著的时间序列优化的特点，说明这四个指标的优劣可以用于检验期货品种是否成熟；

3、利用构建的指标对部分国内活跃品种的有效性进行检验，并在检验结果的基础上进一步横向比较，找出制约该品种期货成熟的原因。

本文的主要结论包括以下两个方面：

1、通过检验发现，国内豆粕期货已经具备较强的资源优化配置能力，可以认为它是成熟的期货品种；螺纹钢和铝期货的四个指标验证结果均不理想，因此本文认为螺纹钢期货虽然较活跃，但不是成熟品种；PTA 和淀粉期货的期现回归性表现较好，但在行业利润

率、库存波动性以及行业现金流的变化上只在近两年才表现出优化的特点，但尚不稳定，因此本文把 PTA 和玉米淀粉归类到即将成熟的品种范围。

2、通过横向对比，我们认为限制期货发挥资源配置功能的主要因素是其期现回归性，通过进一步剖析认为导致一个品种期现回归性不好的原因主要为交易标的不明确、仓单制作难度大、产业参与度低以及期货设计中的其他限制因素，因此建议期货交易所思考如何提高期货品种有效性时增加对上述因素的考量。

5.2 研究展望

本文创新性的从资源配置的角度对期货市场有效性进行研究，为以后的此类研究提供新的思路。但是，由于本文作者对期货市场的认识有限，文中论述不乏思考欠缺、论证不严谨、分析不透彻之处，希望并建议未来的进一步研究可以遵循以下思路展开：

第一，能够反映期货价格对行业资源配置能力的因素还有很多。建议拓展思路，丰富检验指标体系；

第二，本文受数据获取难度的限制，只对国内 5 个品种进行了有效性检验。为了对我国期货参与者提供更多帮助，建议增加研究品种；

第三，在对不成熟期货品种的原因剖析上尚未透彻、全面考虑。建议以后的研究者结合实践经验做进一步拓展研究。

参考文献

- Fama, Eugene. Efficient capital markets: Are View of Theory and Empirical work [J].*Journal of Finance*.1970, 25:383~417
- Leuthold, R.M.Random Walk and Price Trends: The Live Cattle Futures Market. *The Journal of Finance*, 1972, Vol. 27:879~889
- West, R.R. On the Difference Between Internal and External Efficiency [J]. *Financial Analysts Journal*.1975, 12:30~34
- Freund, W.C, Larrain. M, Pagano, M. Market Efficiency before and after Introduction of Electronic Trading at the Toronto Stock Exchange [J]. *Review of Financial Economics*. 1997, 6:29~56
- Emerson, R. etal. Evolving Market Efficiency with an Application to Some Bulgarian Shares [J]. *Economics of Planing*.1997, 30:75~90
- Richard A.Stevenson and Robert M.Bear. Commodity Futures: Trends or Random Walks. *The Journal of Finance*, 1970, 25: 65~81
- Working,H. The theory of the the Price of Storage[J]. *American Economics Review*.1949, 43: 314~343
- Working,H. Price effects of futures trading[J]. *Food Research Institute Studies*.1960, 1: 3~31
- Maberly, E.and B. L. Dixon. Examining the Validity of a Test of Futures Market Efficiency. *The Journal of Futures Markets*, 1998, 5:425~432
- Elam, E. and B. L. Dixon. Examining the Validity of a Test of Futures Market Efficiency. *The Journal of Futures Markets*, 1998, 8:365~372
- Parks and Richard. Efficient Estimation of a System of Regression Equations When Disturbances Are Both Serially and Contemporaneously Correlated[[J].*Journal of the American Statistical AssociatION*.1967,62:500~509
- Bai, J. and Perron P. (2003): "Computation and Analysis of Multiple Structural Change Models," *Journal of Applied Econometrics* 18 (2003), 1~22.
- Maasoumi, E., Zaman, A. and Ahmed, M. (2010):"Test for Structural Change, Aggregation And Homogeneity," *Economic Modelling*, 27(6), 1382~1391

徐剑刚. 我国期货市场有效性的实证研究. 财贸经济, 1995, (8): 14~19

颜虎, 沪深股指期货市场有效性实证研究[D]. 成都: 西南财经大学, 2012

吴冲锋,顾常春,期货市场有效性研究综述,《系统工程理论方法应用》,1996年3月。

周友生等,论套期保值在商品融资风险防范中的作用,中南工业大学学报社会科学版,1995年第5期。

宋冬英,王婧; 中国农产品期货市场有效性的实证分析——以农产品玉米为例[J];经济与管理研究; 2011年12期

黄方亮, 孟祥仲.价格发现机理的理史分析[J].理论学刊, 2007,12:53~56

解保华等,中国股票市场有效性实证检验,《数量经济技术经济研究》,2002年第5期

王志强等,大连商品交易所市场有效性检验,《财经问题研究》,1998年第12期

华仁海等,对我国期货市场价格发现功能的实证分析,《南开管理评论》,2002年第5期。

王济光,商品期货交易的现货市场基础—理论、实证与政策分析,中国财政经济出版社,1999年1月版。

康敏: 中国农产品期货市场功能与现货市场关系研究[D]; 中国农业大学; 2005

高翔: 中国股指期货市场跨期套利策略的分析与实践[D]; 西南财经大学; 2012

张婷: 中美粮食期货市场有效性比较研究[D]; 江西财经大学; 2017

附录 A

基差比率变化率检验结果

附录 A.1 CBOT 大豆基差比率变化率自相关检验结果

CBOT 大豆：模型外基差自相检验——阶段 1						
Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
. *****	. *****	1	0.938	0.938	352.51	0
. *****	. *	2	0.893	0.115	673.11	0
. *****	. .	3	0.852	0.023	965.43	0
. *****	. .	4	0.816	0.035	1234.4	0
. *****	. *	5	0.791	0.088	1487.8	0
. *****	. .	6	0.76	-0.032	1722.4	0
. *****	. .	7	0.728	-0.025	1938.4	0
. *****	. .	8	0.705	0.057	2141.1	0
. *****	. .	9	0.685	0.043	2333	0
. *****	. .	10	0.665	-0.005	2514.2	0
. *****	. *	11	0.656	0.096	2691.1	0
. *****	. .	12	0.634	-0.062	2857.1	0
. *****	. *	13	0.629	0.116	3020.9	0
. *****	. .	14	0.62	-0.004	3180.2	0
. *****	. .	15	0.614	0.044	3336.7	0
. *****	. .	16	0.611	0.037	3492.3	0
. *****	. .	17	0.601	-0.02	3643.3	0
. *****	. .	18	0.597	0.043	3792.5	0
. *****	. .	19	0.592	0.019	3939.8	0
. *****	. *	20	0.6	0.124	4091.4	0

CBOT 大豆：模型外基差自相检验——阶段 2

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
. *****	. *****	1	0.879	0.879	590.79	0
. *****	.	2	0.776	0.014	1051.9	0
. *****	.	3	0.7	0.066	1427.4	0
. *****	.	4	0.646	0.069	1747.9	0
. *****	.	5	0.603	0.04	2027.3	0
. *****	.	6	0.548	-0.05	2258.3	0
. ***	*	7	0.477	-0.089	2433.3	0
. ***	.	8	0.412	-0.025	2564.1	0
. ***	.	9	0.365	0.024	2667.2	0
. **	.	10	0.33	0.014	2751.5	0
. **	. *	11	0.316	0.087	2828.9	0
. **	.	12	0.307	0.048	2901.8	0
. **	.	13	0.297	0.038	2970.4	0
. **	.	14	0.284	-0.001	3033	0
. **	.	15	0.286	0.068	3096.7	0
. **	.	16	0.282	-0.022	3158.7	0
. **	.	17	0.274	-0.021	3217.3	0
. **	.	18	0.27	0.018	3274.3	0
. **	.	19	0.257	-0.024	3326.1	0
. **	. *	20	0.265	0.089	3381	0

CBOT 大豆：模型外基差自相检验——阶段 3

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
. *****	. *****	1	0.819	0.819	335.05	0
. *****	. .	2	0.679	0.024	565.88	0
. *****	. .	3	0.551	-0.037	717.98	0
. ***	. .	4	0.434	-0.041	812.48	0
. ***	. .	5	0.356	0.045	876.11	0
. **	. .	6	0.278	-0.038	914.94	0
. *	* .	7	0.187	-0.092	932.66	0
. *	* .	8	0.097	-0.075	937.46	0
. .	* .	9	-0.007	-0.117	937.48	0
* .	. .	10	-0.075	0.001	940.35	0
* .	. .	11	-0.112	0.026	946.72	0
* .	. .	12	-0.118	0.052	953.78	0
* .	. .	13	-0.108	0.029	959.71	0
* .	. .	14	-0.091	0.03	963.97	0
* .	. .	15	-0.096	-0.052	968.74	0
* .	. .	16	-0.083	0.033	972.31	0
. .	. .	17	-0.062	0.024	974.26	0
. .	. *	18	-0.006	0.097	974.28	0
. .	. *	19	0.069	0.088	976.72	0
. *	. .	20	0.112	-0.027	983.2	0

CBOT 大豆：模型外基差自相检验——阶段 4

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
. *****	. *****	1	0.743	0.743	281.54	0
. *****	. *	2	0.643	0.203	492.9	0
. *****	. .	3	0.551	0.045	648.41	0
. ****	. .	4	0.474	0.012	763.44	0
. ***	. *	5	0.453	0.112	869.05	0
. ***	. .	6	0.386	-0.041	945.64	0
. **	. .	7	0.335	-0.017	1003.7	0
. **	. .	8	0.286	-0.014	1046.1	0
. **	. .	9	0.247	0.005	1077.8	0
. **	. .	10	0.229	0.025	1105.1	0
. **	. .	11	0.232	0.07	1133	0
. *	. .	12	0.204	-0.026	1154.6	0
. *	. .	13	0.211	0.061	1177.9	0
. *	. .	14	0.211	0.038	1201.3	0
. *	. .	15	0.201	0	1222.6	0
. *	. .	16	0.186	-0.029	1240.7	0
. *	. .	17	0.176	0.018	1257	0
. *	. *	18	0.198	0.077	1277.7	0
. **	. .	19	0.216	0.054	1302.5	0
. *	. .	20	0.205	-0.027	1324.7	0

CBOT 大豆：模型外基差自相检验——阶段 5

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
. *****	. *****	1	0.707	0.707	231.13	0
. *****	. **	2	0.624	0.248	411.4	0
. ****	. *	3	0.554	0.101	554	0
. ****	. *	4	0.526	0.113	682.58	0
. ****	. .	5	0.489	0.057	794.13	0
. ***	. .	6	0.46	0.044	893.16	0
. ***	. .	7	0.402	-0.035	968.87	0
. ***	. .	8	0.385	0.037	1038.3	0
. **	. .	9	0.352	0.001	1096.4	0
. **	. .	10	0.332	0.012	1148.2	0
. **	. .	11	0.322	0.04	1197.3	0
. **	. .	12	0.284	-0.033	1235.5	0
. **	. .	13	0.29	0.059	1275.3	0
. **	. *	14	0.327	0.126	1326.2	0
. **	. .	15	0.34	0.066	1381.1	0
. ***	. *	16	0.385	0.135	1452.1	0
. ***	. *	17	0.442	0.167	1545.4	0
. ***	* .	18	0.391	-0.081	1618.9	0
. ***	. *	19	0.428	0.091	1706.9	0
. ***	. .	20	0.39	-0.061	1780.1	0

附录 A.2 LME 铜基差比率变化率检验结果

LME 铜：模型内基差拟合结果					
	20021011 - 20060523	20060524- 20090201	20090202- 20131030	20131031- 20160310	20160311- 20180720
C	0.0098	-0.0068	-0.0013	0.0033	-0.0033
D1	0.0111	0.0015	-0.0006	0.0012	-0.0013
D2	0.0076	0.0062	-0.0024	0.0004	-0.0006
D3	0.0052	0.0155	-0.0020	-0.0002	0.0012
D4	0.0158	0.0185	0.0002	-0.0018	0.0011
D5	0.0151	0.0188	0.0003	0.0010	0.0016
D6	0.0153	0.0217	-0.0016	-0.0024	0.0014
D7	0.0195	0.0245	-0.0002	-0.0041	-0.0002
D8	0.0160	0.0189	-0.0007	-0.0017	-0.0002
D9	0.0119	0.0123	-0.0010	0.0007	-0.0016
D10	0.0068	0.0125	-0.0006	0.0019	-0.0012
D11	0.0084	0.0016	-0.0001	0.0006	-0.0001
Adj R2		0.3864			
Log Likelihood		11843.48			

LME 铜平稳性检验						
CU		20021011-	20060524-	20090202-	20131031-	20160311-
		20060523	20090201	20131030	20160310	20180720
ADF 检验 t 值		-6.35	-16.35	-4.99	-4.38	-4.12
临 1%		-3.44	-3.44	-3.44	-3.44	-3.44
界 5%		-2.86	-2.87	-2.86	-2.87	-2.87
值 10%		-2.57	-2.57	-2.57	-2.57	-2.57

LME 铜：模型外基差自相检验——阶段 1

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
. *****	. *****	1	0.915	0.915	762.26	0
. *****	. *	2	0.855	0.114	1429.4	0
. *****	. *	3	0.825	0.169	2050.3	0
. *****	. *	4	0.813	0.166	2655.1	0
. *****	. *	5	0.811	0.144	3256.9	0
. *****	. *	6	0.807	0.095	3853	0
. *****	.	7	0.793	0.03	4430.3	0
. *****	.	8	0.778	0.028	4986.2	0
. *****	.	9	0.761	0.001	5519	0
. *****	.	10	0.754	0.054	6042.3	0
. *****	.	11	0.747	0.019	6556.7	0
. *****	.	12	0.748	0.072	7072	0
. *****	. *	13	0.755	0.1	7597.6	0
. *****	.	14	0.752	0.023	8120.4	0
. *****	.	15	0.75	0.055	8640.2	0
. *****	.	16	0.749	0.052	9159.5	0
. *****	.	17	0.746	0.026	9675.7	0
. *****	.	18	0.747	0.044	10193	0
. *****	.	19	0.741	-0.01	10704	0
. *****	.	20	0.732	-0.018	11203	0

LME 铜：模型外基差自相检验——阶段 2

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
. ***	. ***	1	0.433	0.433	128.1	0
. **	. *	2	0.348	0.197	210.85	0
. **	. *	3	0.276	0.089	262.94	0
. **	. *	4	0.299	0.143	324.08	0
. **	. *	5	0.271	0.079	374.49	0
. *	. .	6	0.204	-0.005	403.23	0
. *	. .	7	0.138	-0.04	416.33	0
. *	. *	8	0.184	0.078	439.73	0
. **	. *	9	0.264	0.155	487.88	0
. *	* .	10	0.119	-0.11	497.75	0
. .	* .	11	0.031	-0.12	498.4	0
. *	. *	12	0.096	0.077	504.76	0
. *	. *	13	0.171	0.113	525.09	0
. .	* .	14	0.066	-0.11	528.13	0
. *	. *	15	0.153	0.14	544.41	0
. *	. .	16	0.102	0.038	551.71	0
. *	. .	17	0.16	0.027	569.62	0
. *	. .	18	0.188	0.043	594.39	0
. *	. .	19	0.119	-0.001	604.31	0
. .	. .	20	0.073	-0.018	608.02	0

LME 铜：模型外基差自相检验——阶段 3

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
*****	*****	1	0.961	0.961	1109.5	0
*****		2	0.925	0.031	2139.8	0
*****		3	0.893	0.025	3100.5	0
*****	*	4	0.869	0.086	4009.7	0
*****	*	5	0.853	0.118	4887.6	0
*****		6	0.84	0.049	5740	0
*****		7	0.828	0.026	6568.2	0
*****		8	0.813	-0.009	7367.3	0
*****		9	0.794	-0.035	8130.4	0
*****	*	10	0.769	-0.085	8846.6	0
*****		11	0.743	-0.039	9515.6	0
*****		12	0.716	-0.045	10138	0
*****		13	0.698	0.067	10730	0
*****		14	0.684	0.031	11299	0
*****		15	0.67	-0.013	11846	0
*****		16	0.659	0.051	12375	0
*****		17	0.647	0.022	12885	0
*****		18	0.633	0	13374	0
*****		19	0.62	0.026	13843	0
*****		20	0.605	-0.015	14290	0

LME 铜：模型外基差自相检验——阶段 4

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
. *****	. *****	1	0.94	0.94	529.43	0
. *****	. .	2	0.884	0.004	998.68	0
. *****	. .	3	0.84	0.07	1422.7	0
. *****	. *	4	0.806	0.075	1814.1	0
. *****	. .	5	0.78	0.06	2181	0
. *****	. .	6	0.758	0.043	2527.7	0
. *****	. .	7	0.737	0.028	2856.3	0
. *****	. .	8	0.716	0.011	3167.1	0
. *****	. .	9	0.701	0.059	3465.4	0
. *****	. .	10	0.685	0.001	3750.6	0
. *****	. .	11	0.673	0.052	4026.6	0
. *****	. .	12	0.665	0.049	4296.8	0
. *****	. .	13	0.649	-0.053	4554.6	0
. *****	. .	14	0.632	-0.004	4798.9	0
. *****	. .	15	0.616	0.018	5031.8	0
. *****	. .	16	0.6	-0.013	5253.2	0
. *****	. .	17	0.589	0.043	5467	0
. *****	. .	18	0.578	-0.005	5673.3	0
. *****	. .	19	0.571	0.039	5874.5	0
. *****	. .	20	0.555	-0.061	6065	0

LME 铜：模型外基差自相检验——阶段 5

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
. *****	. *****	1	0.947	0.947	538.27	0
. *****	. .	2	0.897	0.002	1022.2	0
. *****	. **	3	0.873	0.221	1480.7	0
. *****	. .	4	0.852	0.034	1917.9	0
. *****	. .	5	0.821	-0.041	2325.4	0
. *****	. .	6	0.786	-0.052	2699.3	0
. *****	. .	7	0.757	0.019	3047	0
. *****	. *	8	0.74	0.075	3379.2	0
. *****	. .	9	0.723	0.03	3697.2	0
. *****	. .	10	0.706	0.036	4000.4	0
. *****	. .	11	0.683	-0.043	4285.2	0
. *****	. .	12	0.659	-0.042	4550.5	0
. *****	. .	13	0.64	0.019	4801.3	0
. *****	. .	14	0.63	0.07	5044.6	0
. *****	. .	15	0.622	0.064	5282.5	0
. *****	. .	16	0.608	-0.016	5510.3	0
. *****	. .	17	0.588	-0.06	5723.2	0
. *****	. .	18	0.578	0.062	5929.5	0
. *****	. .	19	0.568	-0.038	6129.4	0
. *****	. .	20	0.552	-0.021	6318.4	0

LME 铜 ARCH 效应检验结果					
CU	20021011 - 20060523	20060524- 20090201	20090202- 20131030	20131031- 20160310	20160311- 20180720
F 值	12.11***	40.58***	234.52***	15.44***	12.21***
Prob. Chi-Square	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

附录 A.3 WTI 原油基差比率变化率检验结果

WTI 原油：模型内基差拟合结果		
	20021125-20070325	20070326-20180720
C	-0.0129	-0.0037
SN	0.0002	0.0002
D1	0.0302	-0.0003
D2	0.0157	0.0000
D3	0.0173	-0.0017
D4	0.0089	-0.0006
D5	0.0059	0.0012
D6	0.0107	0.0004
D7	0.0089	0.0002
D8	0.0103	0.0006
D9	0.0092	0.0004
D10	0.0092	0.0003
D11	0.0057	-0.0005
Adj R2		0.0914
Log Likelihood		11709.45

WTI 原油平稳性检验

WTI	20021125-20070325	20070326-20180720
ADF 检验 t 值	-12.29	-32.02
1%	-3.44	-3.43
临界值 5%	-2.86	-2.86
10%	-2.57	-2.57

WTI 原油：模型外基差自相检验——阶段 1

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
*****	*****	1	0.76	0.76	645.22	0
*****	*	2	0.651	0.172	1118.3	0
****		3	0.565	0.059	1474.5	0
****	*	4	0.516	0.083	1772.6	0
****	*	5	0.49	0.086	2041.5	0
***		6	0.447	0.005	2265.2	0
***		7	0.388	-0.04	2434.4	0
**		8	0.338	-0.017	2562.5	0
**		9	0.307	0.02	2668.6	0
**		10	0.281	0.005	2757.3	0
**		11	0.24	-0.039	2822.1	0
**		12	0.218	0.02	2875.9	0
*		13	0.173	-0.05	2909.5	0
*		14	0.142	-0.017	2932.1	0
*		15	0.134	0.035	2952.4	0
*	*	16	0.09	-0.071	2961.5	0
*		17	0.075	0.012	2967.9	0
		18	0.055	-0.004	2971.3	0
		19	0.049	0.021	2974	0
*	*	20	0.08	0.099	2981.3	0

WTI 原油：模型外基差自相检验——阶段 2

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
***	***	1 0.48	0.48	673.58	0
**	*	2 0.308	0.102	951.97	0
*		3 0.178	-0.005	1044.9	0
*		4 0.11	0.005	1080.6	0
		5 0.028	-0.051	1082.9	0
		6 0.003	-0.005	1082.9	0
		7 -0.027	-0.025	1085.1	0
*		8 -0.067	-0.053	1098.2	0
*		9 -0.066	-0.008	1110.9	0
*		10 -0.089	-0.046	1134.3	0
*		11 -0.102	-0.04	1165.1	0
*		12 -0.104	-0.027	1196.9	0
*		13 -0.085	-0.007	1217.9	0
		14 -0.046	0.024	1224.2	0
		15 -0.014	0.018	1224.8	0
	*	16 0.059	0.079	1235.1	0
*		17 0.083	0.033	1255.4	0
*		18 0.112	0.044	1292.5	0
*		19 0.136	0.053	1347.1	0
*	*	20 0.184	0.089	1446.6	0

WTI 原油 ARCH 效应检验结果

WTI	20021125-20070325	20070326-20180720
F 值	176.66 ***	165.16 ***
Prob. Chi-Square	0.00	0.00

附录 B

行业利润率波动率检验结果

附录 B.1 大豆压榨利润率波动率率检验结果

1、 平稳性检验

		美豆压榨利润
ADF 检验 t 值		-2.4921
临界值	1%	-3.4386
	5%	-2.8651
	10%	-2.5687

2、 自相关性检验

美豆压榨利润率						
Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
. *****	. *****	1	0.957	0.957	503.21	0
. *****	. .	2	0.918	0.019	966.87	0
. *****	. .	3	0.878	-0.025	1392.1	0
. *****	. .	4	0.84	-0.002	1781.9	0
. *****	. *	5	0.816	0.15	2150.4	0
. *****	. *	6	0.801	0.112	2506.3	0
. *****	. *	7	0.794	0.085	2855.9	0
. *****	* .	8	0.779	-0.075	3193.3	0
. *****	. .	9	0.766	0.04	3520.4	0
. *****	. .	10	0.749	-0.022	3833.2	0
. *****	. .	11	0.728	-0.005	4129.8	0
. *****	* .	12	0.703	-0.082	4406.5	0
. *****	. .	13	0.681	0.032	4667.2	0
. *****	. .	14	0.658	-0.047	4910.9	0
. *****	. .	15	0.635	-0.021	5138.1	0
. *****	. .	16	0.615	-0.01	5351.8	0
. *****	. .	17	0.594	-0.021	5551.5	0
. *****	. .	18	0.581	0.073	5742.8	0
. *****	. .	19	0.567	-0.001	5925.4	0
. *****	. .	20	0.558	0.044	6102.5	0

3、ARCH 效应检验

条件异方差检验	
	美豆压榨利润
F 值	139.1056
Prob. Chi-Square	0.0000

附录 B.2 WTI 原油裂解利润率波动率检验结果

1、平稳性检验

		WTI 原油裂解利润率
ADF 检验 t 值		-5.3071
临界值	1%	-3.4322
	5%	-2.8623
	10%	-2.5672

2、自相关性检验

WTI 裂解利润率							
Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob		
*****	*****	1	0.971	0.971	2980.8	0	
*****		2	0.943	0.009	5793.1	0	
*****		3	0.915	-0.016	8440.9	0	
*****		4	0.89	0.047	10949	0	
*****		5	0.869	0.044	13339	0	
*****		6	0.85	0.033	15626	0	
*****	*	7	0.837	0.115	17849	0	
*****		8	0.827	0.037	20018	0	
*****		9	0.818	0.025	22139	0	
*****		10	0.808	0.002	24208	0	
*****		11	0.801	0.069	26243	0	
*****		12	0.792	-0.008	28235	0	
*****		13	0.782	-0.01	30177	0	
*****		14	0.773	0.023	32073	0	
*****		15	0.762	-0.006	33920	0	
*****		16	0.756	0.061	35735	0	
*****		17	0.748	0.006	37517	0	
*****		18	0.74	-0.021	39259	0	
*****		19	0.731	-0.008	40960	0	
*****		20	0.721	-0.013	42616	0	

3、ARCH 效应检验

条件异方差检验	
	WTI 裂解利润率
F 值	10672.44
Prob. Chi-Square	0.0000

附录 C

库存波动率检验结果

1、平稳性检验

	港口铜库存	阴极铜库存	原油库存
ADF 检验 t 值	-23.6276	-26.7787	-46.4895
1%	-2.5692	-3.4368	-3.4337
临界值 5%	-1.9414	-2.8643	-2.8629
10%	-1.6163	-2.5683	-2.5675

2、自相关性检验

大豆港口库存变化率自相关图

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
. .	. .	1	-0.009	-0.009	0.0488	0.825
* .	* .	2	-0.083	-0.083	3.8846	0.143
. .	. .	3	-0.024	-0.025	4.1959	0.241
. .	. .	4	0.065	0.058	6.5267	0.163
. .	. .	5	0.007	0.004	6.5515	0.256
. .	. .	6	0	0.01	6.5515	0.364
. .	. .	7	-0.036	-0.032	7.2623	0.402
. *	. *	8	0.12	0.118	15.299	0.054
* .	* .	9	-0.101	-0.108	21.039	0.012
. .	. .	10	0.019	0.037	21.24	0.019
. .	. .	11	-0.04	-0.05	22.134	0.023
. .	. .	12	-0.042	-0.057	23.136	0.027
. .	. .	13	-0.019	-0.015	23.349	0.038
. .	* .	14	-0.064	-0.083	25.676	0.028
. .	. .	15	0.016	0.029	25.829	0.04
. .	. .	16	-0.025	-0.058	26.173	0.052
. .	. .	17	-0.032	0.001	26.773	0.061
. *	. *	18	0.137	0.126	37.409	0.005
. .	. .	19	-0.054	-0.053	39.051	0.004
. .	. .	20	-0.059	-0.028	41.064	0.004

阴极铜库存变化率自相关图

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
*	*	1	0.151	0.151	22.265	0
		2	-0.013	-0.037	22.439	0
		3	-0.037	-0.03	23.768	0
*	*	4	0.152	0.166	46.343	0
		5	0.057	0.006	49.531	0
*	*	6	-0.17	-0.185	77.837	0
*	*	7	-0.152	-0.089	100.67	0
	*	8	0.073	0.097	105.97	0
*	*	9	0.18	0.141	138.06	0
*	*	10	-0.077	-0.099	143.94	0
*		11	-0.101	-0.032	154.09	0
		12	0.003	0.002	154.1	0
*	*	13	0.205	0.128	195.76	0
	*	14	-0.041	-0.087	197.39	0
*	*	15	-0.154	-0.069	221.02	0
*	*	16	-0.149	-0.102	243.01	0
*	*	17	0.126	0.084	258.71	0
*		18	0.076	0.034	264.5	0
*		19	-0.068	0.009	269.06	0
*		20	-0.076	-0.011	274.88	0

WTI 原油库存变化率自相关图

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
*	*	1	-0.074	-0.074	10.254	0.001
		2	0.043	0.038	13.745	0.001
		3	-0.046	-0.04	17.651	0.001
		4	0.055	0.048	23.323	0
		5	0.003	0.013	23.336	0
		6	0.028	0.024	24.822	0
		7	-0.047	-0.04	28.89	0
*		8	0.082	0.074	41.666	0
		9	-0.031	-0.017	43.503	0
		10	-0.041	-0.056	46.635	0
		11	-0.021	-0.016	47.441	0
		12	0.008	0	47.556	0
		13	-0.052	-0.053	52.692	0
		14	-0.004	-0.013	52.723	0
		15	-0.021	-0.008	53.55	0
		16	0.031	0.021	55.363	0
		17	-0.027	-0.018	56.701	0
		18	-0.02	-0.018	57.439	0
		19	-0.027	-0.023	58.861	0
		20	-0.029	-0.043	60.454	0

3、ARCH 效应检验

条件异方差检验			
	港口铜库存	阴极铜库存	原油库存
F 值	1.4983*	52.3497****	6.9969***
Prob. Chi-Square	0.0861	0.0000	0.0082

附录 D

国内期货品种基差比率波动率验证结果

4.1.1 PTA 基差比率波动率验证结果

1、模型内基差拟合结果

PTA: 模型内基差拟合结果					
	20070104- 20080922	20080923- 20110208	20110209- 20130707	20130708- 20150331	20150401- 20180720
C	-0.0365	-0.0308	0.0235	-0.0073	-0.0040
SN	-0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
D1	0.0118	0.0042	0.0008	-0.0262	-0.0109
D2	0.0067	0.0448	-0.0314	-0.0350	-0.0095
D3	0.0061	0.0221	-0.0265	-0.0243	-0.0030
D4	0.0230	0.0248	-0.0096	-0.0040	-0.0265
D5	0.0259	0.0407	-0.0132	-0.0026	-0.0183
D6	0.0317	0.0236	-0.0259	0.0322	-0.0128
D7	0.0322	0.0196	-0.0304	0.0193	-0.0053
D8	0.0216	-0.0045	0.0037	0.0265	-0.0279
D9	-0.0099	0.0094	0.0385	0.0236	-0.0227
D10	-0.0119	0.0363	0.0377	0.0066	-0.0092
D11	0.0027	0.0175	0.0141	-0.0125	-0.0036
R Squared		0.4446			
Log Likelihood		6388.911			

2、平稳性检验

PTA	20070104- 20080922	20080923- 20110208	20110209- 20130707	20130708- 20150331	20150401- 20180720	
ADF 检验 t 值	-7.6841	-6.2316	-7.9526	-4.3294	-5.754551	
临界值	1% level	-2.5705	-2.5690	-2.5690	-2.5705	-2.567841
	5% level	-1.9416	-1.9414	-1.9414	-1.9416	-1.941217
	10% level	-1.6162	-1.6164	-1.6163	-1.6162	-1.616434

3、自相关检验

PTA: 模型外基差自相检验——阶段 3						
Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
. *****	. *****	1	0.811	0.811	379.83	0
. *****	. **	2	0.732	0.217	689.72	0
. *****	. *	3	0.676	0.109	954.62	0
. ****	. .	4	0.6	-0.028	1164	0
. ****	. .	5	0.546	0.015	1337.3	0
. ****	. .	6	0.491	-0.011	1477.6	0
. ***	. .	7	0.457	0.05	1599.8	0
. ***	. .	8	0.406	-0.037	1696.2	0
. ***	. .	9	0.38	0.041	1780.8	0
. **	. .	10	0.347	-0.009	1851.5	0
. **	. .	11	0.317	0.007	1910.7	0
. **	. .	12	0.305	0.038	1965.6	0
. **	. .	13	0.289	0.021	2014.9	0
. **	. .	14	0.272	-0.002	2058.6	0
. **	* .	15	0.229	-0.082	2089.5	0
. *	* .	16	0.183	-0.08	2109.3	0
. *	. .	17	0.161	0.016	2124.6	0
. *	. .	18	0.141	0.024	2136.6	0
. *	. .	19	0.115	-0.018	2144.4	0
. *	. .	20	0.12	0.071	2153	0

PTA: 模型外基差自相检验——阶段 4

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
. *****	. *****	1	0.916	0.916	351.5	0
. *****	. *	2	0.858	0.118	660.65	0
. *****	. .	3	0.808	0.045	935.78	0
. *****	. .	4	0.765	0.033	1182.9	0
. *****	. .	5	0.722	-0.009	1403.2	0
. *****	. *	6	0.696	0.098	1608.6	0
. *****	. .	7	0.67	0.018	1799.2	0
. *****	* .	8	0.63	-0.077	1968.6	0
. ****	. .	9	0.596	-0.001	2120.3	0
. ****	. .	10	0.567	0.017	2258.1	0
. ****	. .	11	0.54	0.012	2383.2	0
. ****	. .	12	0.518	0.03	2498.6	0
. ****	. .	13	0.496	-0.009	2604.9	0
. ***	. .	14	0.477	0.012	2703.1	0
. ***	. .	15	0.464	0.058	2796.7	0
. ***	. .	16	0.455	0.034	2886.7	0
. ***	. .	17	0.447	0.02	2973.7	0
. ***	. *	18	0.451	0.095	3062.7	0
. ***	. .	19	0.445	-0.034	3149.3	0
. ***	. .	20	0.431	-0.038	3230.8	0

PTA: 模型外基差自相检验——阶段 5

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
. *****	. *****	1	0.92	0.92	684.6	0
. *****	. **	2	0.888	0.264	1321.9	0
. *****	. *	3	0.861	0.118	1922.5	0
. *****	.	4	0.836	0.054	2489.3	0
. *****	.	5	0.805	-0.026	3015.3	0
. *****	.	6	0.784	0.046	3515.2	0
. *****	.	7	0.756	-0.031	3980	0
. *****	.	8	0.733	0.015	4418.1	0
. *****	.	9	0.711	0.01	4830.9	0
. *****	.	10	0.689	0	5219.3	0
. *****	.	11	0.664	-0.028	5579.6	0
. *****	.	12	0.648	0.038	5923.3	0
. *****	.	13	0.634	0.042	6252.7	0
. *****	.	14	0.619	0.019	6567.5	0
. *****	.	15	0.602	-0.011	6865	0
. *****	.	16	0.595	0.057	7156.1	0
. *****	.	17	0.577	-0.032	7430.7	0
. *****	.	18	0.573	0.064	7701.4	0
. *****	.	19	0.559	-0.018	7960.1	0
. *****	.	20	0.548	-0.008	8208.4	0

4、ARCH 效应检验

	20070104- 20080922	20080923- 20110208	20110209- 20130707	20130708- 20150331	20150401- 20180720
F 值	5.2076	50.5163	4.1015	1.1343	23.6828
Prob. Chi-Square	0.0225	0.0000	0.0428	0.2869	0.0000

5.GARCH 模型估计结果

PTA	C	α	β	$\alpha+\beta$	LL
20070104-20080922	0.0000	0.0753	0.9389	1.0142	1360.98
	0.5559	0.0000	0.0000		
20080923-20110208	0.0000	0.1894	0.7352	0.9246	2868.69
	0.0000	0.0000	0.0000		
20110209-20130707	0.0000	0.0705	0.8806	0.9510	1585.66
	0.0348	0.0015	0.0000		
20130708-20150331	0.0000	0.0796	0.8248	0.9044	1781.40
	0.0023	0.0033	0.0000		
20150401-20180720	0.0000	0.2901	0.1796	0.4697	1726.98
	0.0000	0.0000	0.0204		

附录 D.2 螺纹钢基差比率波动率验证结果

1、模型内基差拟合结果

RB: 模型内基差拟合结果	
20090327-20180720	
C	0.0082
SN	0.0001
D1	-0.0350
D2	-0.0431
D3	-0.0317
D4	-0.0157
D5	-0.0008
D6	-0.0150
D7	-0.0366
D8	-0.0393
D9	-0.0165
D10	0.0116
D11	0.0226
R Squared	0.0845
Log Likelihood	3011.19

2、平稳性检验

RB	20090327-20180720
ADF 检验 t 值	-5.1814
1% level	-2.5660
临界值 5% level	-1.9410
10% level	-1.6166

3、自相关检验

螺纹钢：模型外基差自相检验						
Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
*****	*****	1	0.977	0.977	2226.4	0
*****	*	2	0.959	0.103	4373.9	0
*****	*	3	0.945	0.077	6458.2	0
*****		4	0.932	0.042	8486.1	0
*****		5	0.92	0.03	10462	0
*****		6	0.907	-0.01	12384	0
*****		7	0.895	0.024	14258	0
*****		8	0.883	-0.003	16082	0
*****		9	0.873	0.033	17865	0
*****		10	0.863	0.013	19608	0
*****		11	0.853	0.012	21312	0
*****		12	0.842	-0.024	22974	0
*****		13	0.832	0.014	24597	0
*****		14	0.82	-0.033	26177	0
*****		15	0.81	0.047	27723	0
*****		16	0.801	-0.036	29230	0
*****		17	0.792	0.037	30704	0
*****		18	0.785	0.023	32150	0
*****		19	0.775	-0.023	33563	0
*****		20	0.768	0.044	34950	0

4、ARCH 效应检验

	20070104- 20080922	20080923- 20110208	20110209- 20130707	20130708- 20150331	20150401- 20180720
F 值	5.2076	50.5163	4.1015	1.1343	23.6828
Prob. Chi-Square	0.0225	0.0000	0.0428	0.2869	0.0000

5.GARCH 模型估计结果

RB	C	α	β	$\alpha+\beta$	LL
20090327- 20180720	0.0000	0.0242	0.9724	0.9966	6773.03

附录 D.3 豆粕基差比率波动率验证结果

1、模型内基差拟合结果

豆粕：模型内基差拟合结果						
	20000717- 20030815	20030818 - 20070820	20070821 - 20100518	20100519 - 20130221	20130222 - 20151123	20151124 - 20181130
C	0.4940	0.3503	0.1870	0.0876	0.1933	0.1220
SN	-0.0001	0.0000	0.0000	-0.0002	-0.0002	0.0000
D1	0.0069	-0.0045	-0.0193	-0.0003	-0.0301	-0.0188
D2	0.0109	-0.0390	-0.0537	-0.0367	-0.0632	-0.0382
D3	0.0287	-0.0770	-0.0703	-0.0833	-0.0553	-0.0467
D4	0.0321	-0.0529	-0.0787	-0.0791	-0.0632	-0.0715
D5	0.0326	-0.0322	-0.0932	-0.0746	-0.0699	-0.0876
D6	0.0181	-0.0352	-0.0710	-0.0819	-0.1036	-0.0989
D7	0.0099	-0.0196	-0.0601	-0.0725	-0.0904	-0.0914
D8	0.0231	0.0141	-0.0416	-0.0447	-0.0806	-0.0786
D9	0.0220	0.0224	-0.0360	-0.0270	-0.0582	-0.0396
D10	0.0263	-0.0019	-0.0336	-0.0077	-0.0331	-0.0185
D11	0.0160	0.0034	-0.0231	-0.0062	-0.0195	-0.0006
Adj R2	0.9227					
Log Likelihood	679.632					

2、平稳性检验

	20000717	20030818	20070821	20100519	20130222	20151124
	-	-	-	-	-	-
	20030815	20070820	20100518	20130221	20151123	20181130
ADF						
检验 t	-30.8251	-10.6163	-30.81793	-20.8656	-6.7301	-31.6514
值	***	***	***	***	***	***
AR 阶						
数	1	1	1	2	2	1

3、自相关检验

豆粕：模型外基差自相关检验——阶段 1							
Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob	
. *****	. *****		1	0.989	0.989	731.09	0
. *****	. *		2	0.979	0.089	1449.5	0
. *****	.		3	0.97	-0.008	2155.1	0
. *****	.		4	0.961	0.01	2848.3	0
. *****	.		5	0.951	-0.043	3527.9	0
. *****	.		6	0.941	-0.004	4194.4	0
. *****	.		7	0.932	0.046	4849.4	0
. *****	. *		8	0.925	0.079	5495.4	0
. *****	.		9	0.917	-0.018	6131.4	0
. *****	.		10	0.909	-0.003	6757.7	0
. *****	.		11	0.901	-0.027	7373.7	0
. *****	.		12	0.894	0.014	7980.3	0
. *****	.		13	0.887	0.034	8578.5	0
. *****	.		14	0.88	0.025	9168.7	0
. *****	.		15	0.874	-0.008	9750.6	0
. *****	.		16	0.867	0.008	10325	0
. *****	.		17	0.861	-0.012	10891	0
. *****	.		18	0.854	0.009	11450	0
. *****	.		19	0.849	0.031	12002	0
. *****	.		20	0.843	0.001	12547	0

豆粕：模型外基差自相关检验——阶段 2

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
*****	*****	1	0.984	0.984	946.61	0
*****		2	0.97	0.023	1866.1	0
*****	*	3	0.952	-0.104	2753.1	0
*****		4	0.934	-0.013	3608.4	0
*****	*	5	0.919	0.096	4437.8	0
*****		6	0.905	0.012	5242.4	0
*****		7	0.894	0.069	6027.7	0
*****		8	0.883	0.026	6795.5	0
*****	*	9	0.87	-0.1	7541.4	0
*****		10	0.858	0.012	8267.2	0
*****		11	0.845	0.021	8972.6	0
*****		12	0.832	-0.026	9656.8	0
*****		13	0.82	0.019	10322	0
*****		14	0.808	0	10967	0
*****		15	0.797	0.026	11597	0
*****		16	0.786	-0.016	12209	0
*****		17	0.775	-0.007	12805	0
*****		18	0.764	0.011	13386	0
*****		19	0.754	0.036	13952	0
*****		20	0.745	-0.008	14505	0

豆粕：模型外基差自相关检验——阶段 3

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
. *****	. *****	1	0.947	0.947	602.38	0
. *****	. *	2	0.914	0.169	1164.5	0
. *****	. .	3	0.882	0.033	1689.2	0
. *****	. .	4	0.853	0.018	2180.5	0
. *****	. .	5	0.827	0.026	2642.6	0
. *****	. .	6	0.8	-0.005	3075.9	0
. *****	. .	7	0.779	0.048	3487.5	0
. *****	. .	8	0.761	0.037	3880.3	0
. *****	. .	9	0.746	0.05	4259	0
. *****	. .	10	0.725	-0.052	4616.7	0
. *****	. .	11	0.708	0.02	4958.4	0
. *****	. .	12	0.696	0.059	5289.2	0
. *****	. .	13	0.68	-0.012	5606.1	0
. *****	. .	14	0.668	0.02	5911.8	0
. *****	. .	15	0.657	0.029	6207.9	0
. *****	. .	16	0.643	-0.023	6492	0
. *****	. .	17	0.632	0.024	6767.3	0
. *****	. .	18	0.621	0.004	7033.1	0
. *****	. .	19	0.613	0.043	7292.7	0
. *****	. .	20	0.604	0.004	7545.2	0

豆粕：模型外基差自相关检验——阶段 4

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
. *****	. *****	1	0.955	0.955	612.4	0
. *****	. **	2	0.932	0.236	1197.3	0
. *****	. *	3	0.913	0.089	1758.8	0
. *****	. .	4	0.895	0.045	2299.2	0
. *****	. .	5	0.874	-0.023	2815.1	0
. *****	. .	6	0.856	0.022	3311.3	0
. *****	. .	7	0.843	0.056	3792.7	0
. *****	. .	8	0.827	0.009	4257.7	0
. *****	. .	9	0.814	0.02	4708.2	0
. *****	. .	10	0.797	-0.035	5140.7	0
. *****	. .	11	0.788	0.068	5563.9	0
. *****	. .	12	0.776	0.015	5975.4	0
. *****	. *	13	0.77	0.077	6381.5	0
. *****	. .	14	0.761	-0.005	6778.1	0
. *****	. .	15	0.756	0.047	7170.1	0
. *****	. .	16	0.743	-0.065	7549.5	0
. *****	. .	17	0.738	0.061	7924.4	0
. *****	. .	18	0.731	0.011	8292.7	0
. *****	. .	19	0.725	0.025	8655.4	0
. *****	. .	20	0.718	-0.002	9011.8	0

豆粕：模型外基差自相关检验——阶段 5

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
. *****	. *****	1	0.982	0.982	648.18	0
. *****	. *	2	0.967	0.081	1278	0
. *****	. .	3	0.954	0.023	1890.9	0
. *****	. .	4	0.941	0.041	2488.8	0
. *****	. .	5	0.929	-0.002	3071.7	0
. *****	. .	6	0.917	0.033	3641.5	0
. *****	. .	7	0.906	0.002	4198.2	0
. *****	. .	8	0.896	0.019	4742.9	0
. *****	. .	9	0.884	-0.026	5274.5	0
. *****	. .	10	0.875	0.051	5795.6	0
. *****	. .	11	0.867	0.054	6308.3	0
. *****	. *	12	0.862	0.092	6816	0
. *****	. .	13	0.857	0.014	7318.4	0
. *****	. .	14	0.851	-0.001	7815.1	0
. *****	. .	15	0.847	0.031	8307	0
. *****	. .	16	0.841	-0.022	8793	0
. *****	. .	17	0.834	-0.024	9271.8	0
. *****	. .	18	0.829	0.058	9746.1	0
. *****	. .	19	0.826	0.037	10217	0
. *****	. .	20	0.821	-0.005	10684	0

豆粕：模型外基差自相关检验——阶段 6

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
. *****	. *****	1	0.95	0.95	669.95	0
. *****	. *	2	0.918	0.153	1295.8	0
. *****	.	3	0.885	0.006	1878.1	0
. *****	.	4	0.853	0.004	2420.4	0
. *****	.	5	0.824	0.018	2927.6	0
. *****	.	6	0.797	0.009	3402.2	0
. *****	.	7	0.775	0.044	3850.9	0
. *****	.	8	0.749	-0.028	4270.7	0
. *****	.	9	0.725	0.008	4665.3	0
. *****	.	10	0.709	0.068	5042.5	0
. *****	. *	11	0.701	0.115	5412.2	0
. *****	.	12	0.691	0.012	5771.9	0
. *****	.	13	0.685	0.048	6126.3	0
. *****	.	14	0.681	0.035	6476.5	0
. *****	.	15	0.678	0.043	6824.5	0
. *****	.	16	0.674	0.007	7168.5	0
. *****	. *	17	0.676	0.085	7515.5	0
. *****	.	18	0.677	0.019	7863.9	0
. *****	.	19	0.672	-0.045	8206.9	0
. *****	.	20	0.669	0.037	8547.8	0

4、ARCH 效应检验

	20000717	20030818	20070821	20100519	20130222	20151124
	-	-	-	-	-	-
	20030815	20070820	20100518	20130221	20151123	20181130

F 值	1.6286	4.9609	15.0203	39.1081	84.1287	2.8041
Prob.						
Chi-Square	0.0004	0.0262	0.0001	0.0000	0.0000	0.0023

附录 D.4 玉米淀粉基差比率波动率验证结果

1、模型内基差拟合结果

玉米淀粉：模型内基差拟合结果			
	20141219 - 20151217	20151218 - 20170105	20170106 - 20181214
C	0.0581	0.0774	0.0014
SN	-0.0001	0.0000	0.0003
D1	-0.0954	0.0544	-0.0484
D2	-0.1124	0.0876	-0.0837
D3	-0.0356	0.0625	-0.0506
D4	0.0262	-0.0192	-0.0333
D5	0.0271	-0.0113	-0.0479
D6	0.0472	0.0321	-0.0594
D7	0.0799	0.0695	-0.0350
D8	0.0766	0.0337	-0.0322
D9	0.0873	0.0667	-0.0293
D10	0.0908	0.0253	-0.0096
D11	0.0008	-0.0165	0.0101
Adj R2		0.7838	
Log Likelihood		1832.11	

2、平稳性检验

AL	20141219 - 20151217	20151218 - 20170105	20170106 - 20181214
ADF 检验 t 值	-5.0969	-4.9620	-2.5173
1%	-3.4573	-3.4558	-3.4440
临界值 5%	-2.8733	-2.8726	-2.8674
10%	-2.5731	-2.5728	-2.5700

3、自相关检验

玉米淀粉：模型外基差自相关检验——阶段 1						
Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
. *****	. *****	1	0.814	0.814	163.21	0
. *****	. .	2	0.647	-0.048	266.67	0
. ***	* .	3	0.473	-0.119	322.26	0
. **	. .	4	0.338	-0.003	350.71	0
. **	. .	5	0.235	0.003	364.5	0
. *	* .	6	0.129	-0.096	368.69	0
. .	* .	7	0.004	-0.155	368.7	0
* .	* .	8	-0.132	-0.148	373.09	0
** .	* .	9	-0.259	-0.121	390.18	0
** .	. .	10	-0.322	0.03	416.61	0
** .	. *	11	-0.287	0.184	437.77	0
** .	* .	12	-0.264	-0.071	455.74	0
* .	. *	13	-0.199	0.088	466.04	0
* .	* .	14	-0.192	-0.117	475.57	0
* .	. .	15	-0.161	0.036	482.31	0
* .	. .	16	-0.127	-0.019	486.52	0
. .	. *	17	-0.037	0.119	486.88	0
. .	. .	18	0.05	0	487.55	0
. *	* .	19	0.1	-0.074	490.21	0
. *	. .	20	0.115	-0.007	493.76	0

玉米淀粉：模型外基差自相关检验——阶段 2

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
. *****	. *****	1	0.758	0.758	149.23	0
. ****	. .	2	0.573	-0.002	235	0
. ***	. .	3	0.433	-0.002	284.15	0
. **	. .	4	0.303	-0.056	308.37	0
. *	. .	5	0.203	-0.019	319.24	0
. *	* .	6	0.098	-0.082	321.8	0
. .	* .	7	-0.025	-0.135	321.97	0
* .	* .	8	-0.128	-0.082	326.32	0
** .	* .	9	-0.228	-0.118	340.23	0
** .	* .	10	-0.298	-0.066	364.16	0
** .	. .	11	-0.306	0.03	389.43	0
** .	. .	12	-0.275	0.046	410.04	0
* .	. *	13	-0.196	0.116	420.56	0
* .	. .	14	-0.124	0.04	424.76	0
* .	* .	15	-0.111	-0.098	428.15	0
* .	* .	16	-0.119	-0.103	432.05	0
* .	. .	17	-0.1	-0.027	434.85	0
. .	. .	18	-0.065	-0.007	436.01	0
. .	. .	19	-0.044	-0.062	436.56	0
. .	. .	20	-0.044	-0.061	437.11	0

玉米淀粉：模型外基差自相关检验——阶段 3

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
. *****	. *****	1	0.965	0.965	444.6	0
. *****	. *	2	0.94	0.112	866.66	0
. *****	. .	3	0.915	0.018	1267.6	0
. *****	. .	4	0.892	0.024	1649.8	0
. *****	. .	5	0.869	-0.004	2013.4	0
. *****	. .	6	0.851	0.058	2362.7	0
. *****	. .	7	0.831	-0.017	2696.5	0
. *****	. .	8	0.817	0.07	3019.4	0
. *****	. *	9	0.807	0.097	3335.7	0
. *****	. .	10	0.798	0.012	3645	0
. *****	. .	11	0.79	0.043	3948.9	0
. *****	. .	12	0.781	0.002	4247	0
. *****	. .	13	0.775	0.038	4540.6	0
. *****	. .	14	0.766	-0.016	4828	0
. *****	. .	15	0.754	-0.035	5107.7	0
. *****	. .	16	0.744	0.028	5380.8	0
. *****	. .	17	0.735	0.006	5647.2	0
. *****	. .	18	0.724	-0.01	5906.3	0
. *****	. .	19	0.713	0.006	6158.5	0
. *****	. .	20	0.704	0.012	6404.7	0

4、ARCH 效应检验

	20141219 - 20151217	20151218 - 20170105	20170106 - 20181214
F 值	467.9889	146.1307	80.8870
Prob. Chi-Square	0.0000	0.0000	0.0000

5.GARCH 模型估计结果

CS	C	α	β	$\alpha+\beta$	L
20141219 - 20151217	0.0000	0.0644	0.8472	0.9116	639
阶段 1	0.1645	0.1235	0.0000		
20151218 - 20170105	0.0001	0.1266	0.5478	0.6743	701
阶段 2	0.1179	0.0490	0.0348		
20170106 - 20181214	0.0000	0.1524	0.7678	0.9202	1353
阶段 3	0.0001	0.0000	0.0000		

附录 D.5 铝基差比率波动率验证结果

1、模型内基差拟合结果

铝：模型内基差拟合结果					
	20030724 - 20061229	20070104 - 20091231	20100104 - 20130308	20130311 - 20160831	20160901 - 20181225
C	0.0068	-0.0281	-0.0159	0.0016	-0.0153
SN	0.0001	0.0002	0.0000	0.0000	0.0001
D1	-0.0277	0.0405	-0.0070	-0.0049	-0.0092
D2	-0.0325	0.0345	-0.0133	-0.0244	-0.0166
D3	-0.0366	0.0296	-0.0122	-0.0231	-0.0138
D4	-0.0265	0.0381	-0.0084	-0.0142	-0.0068
D5	-0.0116	0.0312	0.0024	-0.0063	-0.0021
D6	-0.0113	0.0353	0.0103	0.0007	-0.0046
D7	-0.0154	0.0272	0.0132	0.0010	-0.0085
D8	-0.0080	0.0231	0.0199	0.0013	-0.0082
D9	0.0117	0.0203	0.0128	-0.0004	0.0249
D10	0.0060	0.0083	0.0066	-0.0049	0.0293
D11	0.0109	-0.0009	0.0001	-0.0022	0.0302
Adj R2		0.2715			
Log Likelihood		8649.77			

2、平稳性检验

AL	20030724 - 20061229	20070104 - 20091231	20100104 - 20130308	20130311 - 20160831	20160901 - 20181225
ADF 检验 t 值	-2.8560	-3.5762	-2.3133	-3.1224	-2.6318
临 1%	-3.4385	-3.4393	-3.4387	-3.4378	-3.4418
界 5%	-2.8650	-2.8654	-2.8651	-2.8647	-2.8665
值 10%	-2.5687	-2.5689	-2.5687	-2.5685	-2.5695

3、自相关检验

沪铝：模型外基差自相关检验——阶段 1						
Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
. *****	. *****	1	0.925	0.925	671.84	0
. *****	. **	2	0.89	0.243	1295.4	0
. *****	. *	3	0.864	0.12	1883.8	0
. *****	. *	4	0.845	0.092	2446.5	0
. *****	.	5	0.822	0.026	2980.9	0
. *****	.	6	0.804	0.037	3492.4	0
. *****	.	7	0.792	0.063	3988.9	0
. *****	.	8	0.77	-0.031	4459.2	0
. *****	.	9	0.751	-0.005	4906.9	0
. *****	.	10	0.737	0.037	5339.2	0
. *****	. *	11	0.732	0.081	5766.1	0
. *****	.	12	0.726	0.048	6186.1	0
. *****	.	13	0.713	-0.016	6591.4	0
. *****	.	14	0.696	-0.036	6979	0
. *****	.	15	0.684	0.005	7353.3	0
. *****	.	16	0.664	-0.055	7706.3	0
. *****	. *	17	0.663	0.108	8059.1	0
. *****	.	18	0.65	-0.034	8398.2	0
. *****	.	19	0.639	0.002	8727.1	0
. *****	.	20	0.631	0.034	9048.3	0

沪铝：模型外基差自相关检验——阶段 2

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
. *****	. *****	1	0.912	0.912	599.04	0
. *****	. ***	2	0.893	0.361	1173.5	0
. *****	. *	3	0.869	0.133	1718.6	0
. *****	. .	4	0.849	0.067	2239.2	0
. *****	. .	5	0.821	-0.02	2727.3	0
. *****	. .	6	0.804	0.039	3196.4	0
. *****	. .	7	0.783	0.005	3641.4	0
. *****	. .	8	0.756	-0.048	4057	0
. *****	. .	9	0.74	0.029	4455.8	0
. *****	. .	10	0.723	0.026	4837.3	0
. *****	. .	11	0.702	-0.015	5197.1	0
. *****	. .	12	0.685	0.008	5540.4	0
. *****	. .	13	0.665	-0.02	5864.5	0
. *****	. .	14	0.641	-0.049	6165.4	0
. *****	. *	15	0.633	0.077	6459.9	0
. *****	. .	16	0.622	0.047	6744.7	0
. *****	. .	17	0.606	-0.011	7015	0
. *****	. .	18	0.6	0.057	7280.8	0
. *****	. .	19	0.585	-0.031	7533.2	0
. *****	. .	20	0.572	-0.006	7775.3	0

沪铝：模型外基差自相关检验——阶段 3

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
. *****	. *****	1	0.907	0.907	636.05	0
. *****	. **	2	0.882	0.331	1237.6	0
. *****	. **	3	0.869	0.213	1822.7	0
. *****	. *	4	0.864	0.175	2401.5	0
. *****	. *	5	0.863	0.164	2980.6	0
. *****	.	6	0.844	0.005	3535.5	0
. *****	.	7	0.828	-0.009	4069.6	0
. *****	.	8	0.814	-0.012	4586.2	0
. *****	. *	9	0.815	0.086	5105.4	0
. *****	.	10	0.804	-0.001	5611.2	0
. *****	.	11	0.791	-0.01	6100.9	0
. *****	.	12	0.787	0.058	6587	0
. *****	.	13	0.771	-0.04	7053.3	0
. *****	.	14	0.769	0.039	7518.5	0
. *****	.	15	0.76	0.004	7973.5	0
. *****	.	16	0.747	-0.026	8413.3	0
. *****	.	17	0.734	-0.031	8838.8	0
. *****	. *	18	0.738	0.089	9269.2	0
. *****	.	19	0.735	0.035	9696.5	0
. *****	. *	20	0.736	0.076	10126	0

沪铝：模型外基差自相关检验——阶段 4

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
. *****	. *****	1	0.918	0.918	719.56	0
. *****	. **	2	0.887	0.279	1391.8	0
. *****	. *	3	0.862	0.13	2027.8	0
. *****	.	4	0.84	0.065	2631.2	0
. *****	.	5	0.822	0.061	3209.7	0
. *****	.	6	0.806	0.049	3766.5	0
. *****	.	7	0.792	0.044	4305	0
. *****	.	8	0.781	0.051	4829.9	0
. *****	.	9	0.77	0.033	5340.7	0
. *****	.	10	0.763	0.051	5842.9	0
. *****	.	11	0.746	-0.036	6323	0
. *****	.	12	0.736	0.026	6791.5	0
. *****	*	13	0.715	-0.066	7233.3	0
. *****	.	14	0.705	0.032	7663.3	0
. *****	.	15	0.696	0.035	8083.9	0
. *****	.	16	0.686	0.012	8492.8	0
. *****	.	17	0.67	-0.045	8882.5	0
. *****	.	18	0.665	0.048	9267	0
. *****	.	19	0.659	0.034	9645.2	0
. *****	.	20	0.655	0.039	10020	0

沪铝：模型外基差自相关检验——阶段 5

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
. *****	. *****	1	0.928	0.928	487.84	0
. *****	. **	2	0.902	0.298	950.01	0
. *****	. *	3	0.875	0.092	1386.1	0
. *****	. *	4	0.865	0.151	1812.9	0
. *****	. .	5	0.85	0.06	2225.7	0
. *****	. .	6	0.835	0.023	2624.5	0
. *****	. .	7	0.822	0.038	3011.7	0
. *****	. .	8	0.807	0.004	3385.6	0
. *****	. .	9	0.796	0.028	3749.9	0
. *****	. .	10	0.79	0.067	4109.6	0
. *****	. .	11	0.781	0.018	4461.6	0
. *****	. .	12	0.773	0.024	4807.3	0
. *****	. .	13	0.769	0.059	5150.1	0
. *****	. .	14	0.759	-0.017	5484.2	0
. *****	. .	15	0.746	-0.035	5807.6	0
. *****	. .	16	0.731	-0.033	6118.9	0
. *****	. .	17	0.72	-0.008	6421.4	0
. *****	. *	18	0.721	0.092	6725	0
. *****	. .	19	0.705	-0.061	7015.9	0
. *****	* .	20	0.684	-0.101	7290.4	0

4、ARCH 效应检验

	20030724 - 20061229	20070104 - 20091231	20100104 - 20130308	20130311 - 20160831	20160901 - 20181225
F 值	52.85	116.38	100.71	11.48	58.67
Prob. Chi-Square	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

5.GARCH 模型估计结果

A	C	α	β	$\alpha+\beta$	L
20030724-20061229 阶段 1	0.0000	0.1370	0.8367	0.9737	2580
20070104-20091231 阶段 2	0.0000	0.2280	0.7204	0.9484	2280
20100104-20130308 阶段 3	0.0000	0.1828	0.7733	0.9561	2858
20130311-20160831 阶段 4	0.0000	0.0804	0.9104	0.9908	3169
20160901-20181225 阶段 5	0.0000	0.1887	0.7547	0.9434	1847

附录 E

国内期货品种生产利润率波动率验证结果

附录 E.1 PTA 生产利润率波动率验证结果

1、平稳性检验

		PTA 生产利润率
ADF 检验 t 值		-3.5049
临界值	1%	-3.4331
	5%	-2.8626
	10%	-2.5674

2、自相关检验

PTA 生产利润率							
Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob	
*****	*****	1	0.986	0.986	2157.3	0	
*****		2	0.97	-0.046	4249.1	0	
*****		3	0.957	0.052	6283.2	0	
*****	*	4	0.946	0.089	8272.5	0	
*****		5	0.937	0.049	10224	0	
*****		6	0.929	0.051	12144	0	
*****		7	0.922	0.028	14035	0	
*****		8	0.915	0.038	15900	0	
*****		9	0.909	0.046	17743	0	
*****		10	0.905	0.037	19566	0	
*****		11	0.899	0.003	21370	0	
*****	*	12	0.897	0.104	23164	0	
*****		13	0.893	-0.008	24945	0	
*****		14	0.889	-0.03	26708	0	
*****		15	0.885	0.049	28456	0	
*****	*	16	0.883	0.085	30197	0	
*****		17	0.88	-0.018	31929	0	
*****		18	0.877	-0.002	33649	0	
*****		19	0.874	0.043	35359	0	
*****		20	0.872	0.03	37062	0	

3、ARCH 效应检验

条件异方差检验	
	PTA 生产利润率
F 值	71.7016
Prob. Chi-Square	0

附录 E.2 钢厂利润率波动率验证结果

1、平稳性检验

		RB 炼钢利润率
ADF 检验 t 值		-3.5616
临界值	1%	-3.4344
	5%	-2.8632
	10%	-2.5677

2、自相关检验

RB 炼钢利润率						
Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
*****	*****	1	0.982	0.982	1482.6	0
*****		2	0.963	-0.059	2908.6	0
*****		3	0.945	0.012	4281.1	0
*****		4	0.925	-0.035	5598.7	0
*****		5	0.905	-0.031	6860.2	0
*****		6	0.884	-0.048	8063.1	0
*****		7	0.861	-0.025	9207.2	0
*****	*	8	0.837	-0.075	10288	0
*****		9	0.813	0.004	11309	0
*****		10	0.789	-0.017	12271	0
*****		11	0.763	-0.063	13171	0
*****		12	0.737	-0.012	14011	0
*****		13	0.711	-0.005	14794	0
*****		14	0.686	0.011	15524	0
*****		15	0.66	-0.045	16199	0
*****		16	0.635	0.011	16824	0
****		17	0.61	0.011	17402	0
****		18	0.587	0.019	17937	0
****		19	0.565	0.034	18434	0
****		20	0.546	0.033	18897	0

3、ARCH 效应检验

条件异方差检验	
	RB 炼钢利润率
F 值	20230.56
Prob. Chi-Square	0.0000

附录 E.3 豆粕压榨利润率波动率验证结果

1、平稳性检验

豆粕（国内）压榨利润率		
ADF 检验 t 值		-7.7274
临界值	1%	-3.4326
	5%	-2.8624
	10%	-2.5673

2、自相关检验

豆粕（国内）压榨利润率						
Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
*****	*****	1	0.957	0.957	2478.3	0
*****		2	0.912	-0.038	4732.1	0
*****		3	0.869	-0.012	6776.2	0
*****		4	0.825	-0.022	8621.6	0
*****		5	0.784	0.002	10288	0
*****		6	0.743	-0.023	11784	0
*****		7	0.7	-0.04	13113	0
*****		8	0.661	0.017	14299	0
****		9	0.619	-0.057	15340	0
****		10	0.581	0.021	16257	0
****		11	0.544	-0.015	17060	0
****		12	0.509	0	17764	0
***		13	0.475	-0.009	18377	0
***		14	0.444	0.016	18914	0
***		15	0.416	0.009	19385	0
***		16	0.392	0.022	19803	0
***		17	0.369	0.004	20174	0
**		18	0.347	-0.01	20503	0
**		19	0.326	-0.005	20793	0
**		20	0.307	0	21049	0

3、ARCH 效应检验

条件异方差检验	
	豆粕（国内）压榨利润率
F 值	12.262
Prob. Chi-Square	0.0005

附录 E.4 玉米淀粉加工利润率波动率验证结果

1、平稳性检验

玉米淀粉加工利润率	
ADF 检验 t 值	-3.8180
临界值	1% -3.4317
	5% -2.8620
	10% -2.5671

2、自相关检验

玉米淀粉加工利润率						
Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
*****	*****	1	0.991	0.991	4135.4	0
*****		2	0.983	0.025	8202.1	0
*****	*	3	0.977	0.153	12223	0
*****		4	0.972	0.035	16204	0
*****		5	0.967	0.042	20145	0
*****		6	0.963	0.063	24056	0
*****		7	0.959	-0.002	27934	0
*****	*	8	0.952	-0.154	31755	0
*****		9	0.945	-0.026	35518	0
*****		10	0.938	0.002	39232	0
*****		11	0.932	-0.001	42898	0
*****		12	0.926	0.014	46519	0
*****		13	0.922	0.057	50105	0
*****		14	0.917	0.004	53655	0
*****	*	15	0.909	-0.111	57148	0
*****		16	0.902	-0.001	60584	0
*****		17	0.896	0.028	63976	0
*****		18	0.89	-0.019	67320	0
*****		19	0.884	0.018	70621	0
*****		20	0.878	0.012	73883	0

3、ARCH 效应检验

条件异方差检验	
	玉米淀粉加工利润率
F 值	104784.1
Prob. Chi-Square	0.0000

附录 E.3 沪铝生产利润率波动率验证结果

1、平稳性检验

沪铝生产利润	
ADF 检验 t 值	-2.5939
临界值	1% -3.4337
	5% -2.8629
	10% -2.5675

2、自相关检验

沪铝生产利润率						
Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
*****	*****	1	0.994	0.994	1826.3	0
*****	*	2	0.986	-0.087	3626.2	0
*****		3	0.979	0.011	5400.1	0
*****		4	0.972	0.043	7150.5	0
*****		5	0.965	0.01	8878.5	0
*****		6	0.959	0.009	10585	0
*****		7	0.953	0.011	12270	0
*****		8	0.947	-0.016	13934	0
*****		9	0.94	-0.035	15576	0
*****		10	0.933	0.031	17196	0
*****		11	0.927	-0.017	18794	0
*****		12	0.921	0.037	20372	0
*****		13	0.915	0.004	21932	0
*****		14	0.909	-0.006	23472	0
*****		15	0.903	-0.024	24993	0
*****		16	0.897	0.013	26494	0
*****		17	0.891	0.005	27976	0
*****		18	0.886	0.021	29440	0
*****		19	0.88	-0.029	30886	0
*****		20	0.874	-0.024	32312	0

3、效应检验

条件异方差检验	
	沪铝生产利润率
F 值	18.7067
Prob. Chi-Square	0.0001

附录 F

国内期货品种库存变化率验证结果

附录 F.1 螺纹钢库存变化率验证结果

1、平稳性检验

		螺纹钢库存
ADF 检验 t 值		-22.5429
临界值	1%	-2.5686
	5%	-1.9413
	10%	-1.6164

2、自相关检验

螺纹钢库存变化率自相关图							
Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob		
. *	. *	1	0.116	0.116	8.727	0.003	
. .	. .	2	0.047	0.034	10.148	0.006	
. .	. .	3	0.04	0.031	11.197	0.011	
. .	. .	4	0.03	0.02	11.769	0.019	
. .	. .	5	0.007	-0.001	11.8	0.038	
. .	. .	6	0.021	0.018	12.094	0.06	
. .	. .	7	0.01	0.004	12.159	0.095	
. .	. .	8	-0.027	-0.031	12.619	0.126	
. .	. .	9	-0.041	-0.038	13.746	0.132	
. .	. .	10	-0.01	0	13.808	0.182	
. .	. .	11	-0.012	-0.007	13.911	0.238	
* .	* .	12	-0.073	-0.068	17.375	0.136	
. .	. .	13	-0.038	-0.021	18.337	0.145	
. .	. .	14	-0.063	-0.05	20.92	0.104	
. .	. .	15	-0.064	-0.044	23.598	0.072	
. .	. .	16	-0.04	-0.02	24.646	0.076	
. .	. .	17	-0.016	-0.004	24.823	0.099	
* .	* .	18	-0.076	-0.068	28.71	0.052	
. .	. .	19	-0.024	-0.003	29.102	0.064	
. .	. .	20	-0.001	0.007	29.103	0.086	

3、ARCH 效应检验

条件异方差检验	
	螺纹钢库存
F 值	7.9269
Prob. Chi-Square	0.0049

附录 F.2 豆粕库存变化率验证结果

1、豆粕季节效应参数估计

季节效应参数估计	
变量	大豆库存（港口）
C	0.0633 **
D1	-0.0358
D2	-0.0915 **
D3	-0.0431
D4	-0.0762 **
D5	-0.0512
D6	-0.0273
D7	-0.0372
D8	-0.0861 **
D9	-0.1249 ***
D10	-0.1253 ***
D11	-0.0748 **

2、平稳性检验

		豆粕库存变化率
ADF 检验 t 值		-10.6593
	1%	-3.4537
临界值	5%	-2.8717
	10%	-2.5723

3、ARCH 效应检验

		豆粕库存变化率
F 值		5.3447
Prob. Chi-Square		0.0000

附录 F.3 铝库存变化率验证结果

1、沪铝季节效应参数估计

季节效应参数估计	
变量	沪铝库存（港口）
C	0.0000
D1	0.0322 ***
D2	0.0852 ***
D3	0.0245 ***
D4	-0.0105
D5	-0.0241 ***
D6	-0.0329 ***
D7	-0.0221 ***
D8	0.0039
D9	-0.0185 ***
D10	0.0215 ***
D11	0.0005

2、平稳性检验

		沪铝库存变化率
ADF 检验 t 值		-5.0355
	1%	-3.4472
临界值	5%	-2.8689
	10%	-2.5707

3、ARCH 效应检验

		沪铝库存变化率
F 值		39.6409
Prob. Chi-Square		0.0000