
作品名称： 对我国煤炭金融价格的政策建议
——基于期货市场和外汇市场因素

作品类别： 政策建议类

作者团队： 姓名 李卫、邹晓囡、秦光宇
学校 华北电力大学
年级 硕士研究生二年级

姓名 张露
学校 华北电力大学
年级 本科四年级

指导教师： 姓名 张兴平
单位 华北电力大学 经济与管理学院

摘要：动力煤是我国煤炭资源中的核心战略资源，占据煤炭的主体地位。在经济发展的大背景下，煤炭价格历经一路上涨到低位徘徊再到有所回升，价格的波动给煤炭行业带来了一定的风险。本文基于金融因素探讨我国煤炭的价格波动机制，首先分析了我国煤炭的发展历程以及价格现状，然后通过 VECM 检验及格兰杰因果检验验证了动力煤期货价格对现货价格具有引导作用；进一步采取协整检验和格兰杰因果检验从理论和实证角度展开研究，发现美元汇率对煤炭期货价格波动的影响并不明显，从而对我国动力煤市场的建设提出了政策展望。

关键词：煤炭价格； 煤炭期货； 美元汇率； VECM 检验； 格兰杰因果检验

目录

第 1 章 研究背景与意义	4
1.1 研究背景	4
1.2 研究意义	5
第 2 章 国内外文献综述	5
第 3 章 基于金融因素的煤炭价格波动机制	7
3.1 我国煤炭价格现状	7
3.2 国内煤炭金融的发展状况	8
3.3 金融因素对煤炭价格的影响分析	8
3.3.1 美元汇率对煤炭价格的波动影响	9
3.3.2 煤炭期货价格对煤炭现货价格的影响	10
3.4 小结	11
第 4 章 基于汇率因素的动力煤期货价格发现检验	11
4.1 数据来源	11
4.2 动力煤期货与现货市场的价格发现实证	12
4.2.1 描述性统计数据	12
4.2.2 单位根检验	12
4.2.3 协整检验	13
4.2.4 VECM 检验	13
4.2.5 格兰杰因果检验	15
4.3 美元汇率与动力煤期货价格的关系实证	16
4.3.1 描述性统计数据	16
4.3.2 单位根检验	16
4.3.3 协整检验	17
4.3.4 格兰杰因果检验	17
第 5 章 总结及展望	18
5.1 总结	18
5.2 政策展望	18
参考文献	18

第 1 章 研究背景与意义

1.1 研究背景

和能源消费结构以石油为主的国家不同，煤炭在我国能源消费结构中占有极其重要的地位。尽管近年来，国家大力推进能源结构调整，但我国煤炭的消费比例仍居高不下。而动力煤作为我国最大的煤炭品种，其消费量占我国总煤炭消费量的比例达 70% 以上，涉及电力、冶金、钢铁、建材等多个行业领域。随着煤炭价格市场化改革的推进，特别是在自 2013 年起取消电煤价格双轨制的政策背景下，动力煤期货于 2013 年 9 月 26 日在郑州商品交易所上市。继焦炭、焦煤期货之后，动力煤期货成功上市，它的上市完善了我国的能源期货体系，对煤炭行业定价机制和相关企业的风险管理等产生了深刻影响。

价格发现是期货市场最重要的功能之一，与现货市场相比，成熟有效的期货市场凭借高流动性、透明度和参与者众多等优势，对市场新信息冲击的反应速度更快，可以预测未来的现货价格走势，通过信息传导引领市场调整。期货价格与现货价格的相互作用及长期均衡关系，也是市场有效发挥套期保值功能的基础。另外，期货市场和现货市场之间的波动溢出效应能够有效反映期货市场的运行效率，市场的波动会带来信息的传递，分析一个市场的波动对另一个市场的影响对于准确把握金融市场的信息传递有重要意义。动力煤期货自 2013 年 9 月在郑州商品交易所上市以来，市场规模持续扩大，动力煤成交量远远超过中国水运电力煤市场的实物成交量。与此同时，动力煤市场结构趋于成熟，价格发现功能逐步形成。

汇率作为经济杠杆，在国民经济的内外均衡和稳定发展以及世界经济运行方面都扮演着非常重要的角色，是影响一个国家或地区进出口贸易发展的重要因素。在国际市场以及大宗商品金融化的背景下，我们对于大宗商品的价格波动分析不应局限于传统的供给和需求因素，更应在基于开放经济的条件下，考察金融化程度加深对动力煤市场的影响。为此本文研究美元汇率变动影响下的动力煤期货的价格发现功能，探寻我国动力煤市场发展前景，这在宏观上对于动力煤市场采取风险规避措施、防范市场风险有很大的帮助。

计量经济学是将经济学、数学和统计学相结合的学科，近些年来越来越多地应用在各国的金融领域。本研究将动力煤的现货价格和期货价格作为变量，建立计量模型，进行实证分析。通过单位根检验判定变量是否存在单位根，若拒绝单位根，即 $I(0)$ ，则进一步采用 VAR 模型展开分析；若接受单位根且变量平稳阶次相同，即 $I(1)$ ，则进一步采用协整检验证明两者是否存在长期协整关系，存在长期协整可进行 VEC 检验；若接受单位根检验但变量平稳阶次不同，即 $I(0)$ 与 $I(1)$ 混

合,或不存在协整关系,则直接通过 Granger 因果检验验证二者之间的相互影响关系。通过上述计量经济学模型得以量化分析,研究更具有可操作性。

1.2 研究意义

在美元汇率变动背景下,研究动力煤期货的价格发现功能具有重大意义。

(1) 有利于完善现货市场的价格形成机制

我国目前的动力煤市场还没有严格完善的定价机制与监管措施,期货市场的原生价格发现功能恰恰能对此进行补充,而且期货场所具备的完善的投资方式,充分参与的投资者,都客观地反映了市场需求,能够对未来的现货价格形成影响,这些方面都对我国现货市场的成熟发展具有重要意义。

(2) 有利于防范开放条件下的市场风险

研究美元汇率变动下动力煤期货价格发现功能,基于开放条件下研究动力煤期货市场的价格指导作用,能够为我国动力煤相关企业制定科学有效的风险规避策略,防范市场风险,促进我国动力煤产业健康稳定发展,同时为国家针对美元汇率变动下的动力煤期货市场制定更加合理有效的政策与措施。

(3) 促进动力煤市场的发展

尽管动力煤为我国大宗能源类商品期货的主力品种,但与期货市场相对发达的其他国家比较,我国的动力煤期货市场仍然处于初步阶段,还存在一定的发展问题与瓶颈,这些方面的因素均会不同程度地对动力煤期货市场价格发现功能造成影响。本文通过研究动力煤期货市场的价格发现功能,不但能够对我国动力煤期货市场的发展提供理论依据,还能够为相关动力煤企业的风险管控提出参考意见,为会动力煤市场的平稳运行。

(4) 有利于保障我国能源安全

煤炭在我国能源消费中的主体地位在未来相当长的时间内不会被动摇,随着我国经济体的增大,其需求量还会加大,为了满足需求,势必要形成完善的煤炭交易市场和有效的价格机制,如何防止煤炭成为受制于国外的资源产品,成为目前我国能源安全领域面临的重大课题。

第2章 国内外文献综述

国内学者很早就对煤炭期货市场进行了研究。王佳丽(2014)分别对焦炭期货、焦煤期货以及动力煤期货三种期货进行了全方面的分析,对煤炭期货的未来趋势进行了展望,认为在未来煤炭期货的品种会逐渐向多样化发展,同时煤炭期货市场未来将继续完善其定价功能,在未来会逐步建立起定价权^[1]。张丽华等(2015)基于 Copula 模型对动力煤期货的套期保值效果进行分析,最终得到动力煤期货的

套期保值效率高于焦炭期货^[2]。而张艳芹（2016）通过对动力煤期货的套期保值功能进行研究得到了与上述相反观点，研究结果表明动力煤期货仅可降低动力煤现货市场 2 个百分点的风险,即认为动力煤期货对动力煤现货不存在套期保值功能^[3]。

煤炭价格频繁而剧烈的波动，牢牢牵动着经济发展，考察煤炭期货价格方面的研究也是学者们主要方向之一。同时，期货市场肩负着价格发现和风险转移两大功能，煤炭期货市场也不例外。张志勇等（2014）选取了煤炭产业生产经营中重要指标，创新地建立了动力煤期货价格预测 VAR 模型，使动力煤期货更客观地反映其价格^[4]。杨鑫（2016）基于对期货价格和进口价格的对比对国际原油煤炭价格波动对国内能源价格的影响进行了分析^[5]，根据分析可以看出，国内能源价格的波动受国际原油价格影响显著且价格波动明显，同时在短期内国内能源价格波动的是由于自身原因，而长期来看期货价格和国内进口价格对能源价格波动的贡献与时间呈正比。张艳芹（2016）通过对我国动力煤期货运行效率进行研究后发现，第一，动力煤期货价格与现货价格存在着长期均衡的关系。第二，双向价格引导也在动力煤期货和现货价格的关系之间被发现，期货价格的作用相对于现货价格的作用来说更强^[6]。李百吉等（2018）基于斯皮尔曼和肯德尔相关分析法对焦煤、焦炭和动力煤期货价格的联动性进行了分析^[7]。发现焦煤、焦炭和动力煤期货在同意期间内价格具有较高的关联性。同时动力煤期货价格对焦煤价格的冲击影响比动力煤期货价格对焦炭期货的价格冲击更加剧烈。王年（2019）的研究发现煤炭期货价格与现货价格之前长期稳定并且存在正相关关系，期货价格对现国价格的影响体现更为明显，呈现出的联动效应具有不对称的特点^[8]。赵笙凯等（2019）研究发现煤炭期货价格有着价格发现和价格指导的功能,并对煤炭现货价格产生直接的影响^[9]，通过研究表明，我国煤炭期货市场价格与现货价格之间保持长期的价格相关性联系。

同时在经济全球化、政治关系错综复杂以及自然灾害的潜在危险下，能源作为重要的原材料以及工业经济的命脉，价格波动频繁，各国先后推出了各种不同的能源你期货合约以满足日渐加强的规避风险的需求，能源期货市场逐渐壮大起来，形成了通过期货合约进行交易的金融市场，在世界经济上扮演者重要的角色。吴磊等（1992）是较早的一篇关于能源期货的研究，文章系统地介绍了国际石油期货的运行机制、国际石油期货和期权贸易的发展以及对国际石油市场的影响^[10]。Bossel 和 Denton（1977）根据德国的经济状况，分析了能源价格的波动，提出了未来对能源期货的发展展望^[11]。通过 Anthony G. Hoare（1988）的研究我们可以看到，西欧国家间能源偏好变化很大，同时公众在能源政策制定中的地位不断提高，消费者对能源期货的需求增加，各国为了推动能源期货进一步发展根据不同的经济状况制定了不同的优惠政策^[12]。Damyant 等（1990）采用了线性规划方法计算

了加拿大安大略省能源系统的最小成本配置，通过研究结果可以发现发展能源期货是促进能源发展的最好方法^[13]。

Xiaoqian Wen 等（2017）的实验结果表明，虽然被套期组合在提高碳资产的风险调整收益具有一定的效果，但动态多元化投资组合将更有利于降低碳资产的方差和风险^[14]。Xiao Jason Tian 等（2019）对原油期货市场期货波动极限订货单金顶了研究，并且提出了一个时间加权的限时订货单斜率。当市场波动率预计将在每周原油实物库存公布前后上升时，极限订货单斜率显著下降，表明时间加权极限订货单斜率是有关前一天价格波动的信息^[15]。陈思彤（2019）参考了国外天然气期货的发展历程，认为推出天气期货有助于完善我国天然气价格体系并且能够降低对冲进口商贸风险以及能够更好地实现天然气市场的价格发现功能^[16]。

第 3 章 基于金融因素的煤炭价格波动机制

3.1 我国煤炭价格现状

在 1993 年以前，我国煤炭部和计委对煤炭市场进行统一配价。此后，煤炭价格逐渐市场化。在“计划内”和“计划外”并存的价格体系，计划内价格即由国家计委指定一个指导性的价格范围。除了电煤之外，其他行业的煤炭价格逐渐放开，1996 年国家通过采取政府指导价对电煤市场进行干预，以指导价作为参考标准，具体价格由双方协商决定。2002 年开始放开除电煤外的煤炭价格，取消了电煤的政府指导价格，但是为了促进煤、电双方顺利签订煤炭购销合同，每年会公布一个参考性的协调价格。

自 2004 年 6 月起，国家明确取消了电煤重点合同计划内外差价，由供需对具体差价。2004 年 12 月，国家出台了《关于建立煤电价格联动机制的意见的通知》，开始推行煤电联动机制，根据市场化原则，在对煤价放开的基础上，对电价实行竞价上网，建立市场化的煤电价格联动机制。2006 年底，取消了全国煤炭订货会，名义上电煤价格双轨制走向终结。因为煤电联动机制带有价格管制的意义，无法从根本上解决煤电矛盾。2012 年 12 月，国务院发布了《深化电煤市场化改革的指导意见》（国办发〔2012〕57 号），规定从 2013 年开始实施电煤价格并轨。

上述价格机制在价格上有所体现，2006 年 2009 年，全国煤价持续上涨，一路飙升至 2009 年，随后开始持续稳定的增长，至 2012 年煤炭价格增速放缓，并在低位徘徊，2016 年至今，煤炭价格有所回升。2012 年至 2016 年煤炭价格增速放缓并持续下降的原因主要是国内经济增速放缓，经济发展进入新常态，供需结构发生根本性的扭转，煤炭产能过剩，价格下降；另一个原因在于国家积极鼓励发展可再生能源，调整能源结构，煤炭行业实行去产能，这种政策导向对煤炭价格

造成了一定的影响。2016 年以来，随着煤炭行业供给侧改革持续推进、新的去产能目标方案以及产能置换方案的制定和推进，煤炭企业开始积极淘汰落后产能，着力推动兼并重组和产能减量置换，加快优质产能释放，优化煤炭生产结构，不断提高煤炭有效供给质量。进入 2018 年后，经过前期调整，煤炭生产增速逐渐回升。从煤炭行业景气指数来看，我国煤炭行业 2012 年-2015 年处于行业低谷时期，煤炭产业严重亏损，从 2016 年至今景气指数开始上升，我国煤炭行业开始回暖。

3.2 国内煤炭金融的发展状况

虽然我国的煤炭金融市场发展较为缓慢，但是金融衍生工具、供应链金融、指数期货、期权等金融衍生品将是未来煤炭金融市场演进的趋势，它们将组成一个更加完善有效的煤炭金融市场机制，给煤炭市场的转型升级和定价提供有力的支持。

我国经济进入新常态，经济增长速度放缓，产能结构正在稳步调整，我国的煤炭价格将在成本中枢上下浮动，在未来很长一段时间内，煤炭价格将处于市场弱势地位，更加需要相关金融衍生品市场机制的完善来规避风险，实现平稳调整过渡。另一方面煤炭金融衍生品作为风险管理的需要而存在，但是随着金融市场的迅速发展，煤炭金融衍生品的组合和结构会更加复杂，若操作不当，金融杠杆的累积效应会严重波及现货市场的交易价格，进一步导致国际煤炭价格的波动震荡。

现今，我国煤炭金融衍生品市场以期货交易为主体，包括两方面，动力煤和炼焦煤。从期货市场成立以来，煤炭价格的发掘功能比较显著，然而市场的深度不同。相比较之下，炼焦煤上下游产业机制较为完善，因此其市场交易也较为活跃，风险控制水平迅速提升；动力煤期货则因为大型企业及电厂没有能够参与进来，叠加水平很难在短期内提高，现在依旧处于初期阶段。从交割方面来看，今年，动力煤期货共进行了多次集中性交割，均为车板交割，过程比较通畅，没有产生违约风险，期现价格拟合度高，这表明车板交割更加有利，期货市场俨然成为了一些企业销售渠道的关键补充。整体而言，现阶段世界期货交易所交易的煤炭期货超过了十几种，并且呈现出越来越猛的势头。在合约设计当中，通常遵守煤种设计的规定，选取实物交割及现金交割相结合以现金交割为主的形式。根据相关估计，由于全世界能源市场供需形势的转变，国际化程度的迅速提升

3.3 金融因素对煤炭价格的影响分析

随着国际能源金融的发展，煤炭市场金融属性越来越重要，对煤炭价格有影响的金融因素有利率、股价指数、货币供应量、美元汇率、煤炭期货价格、国际原油期货价格、新能源股价指数。金融因素对煤炭价格的影响主要从供需方面和

能源替代方面进行分析。利率通过影响煤炭开采成本、运输成本来影响煤炭供给量的大小；四大股价指数包括钢铁行业股价指数、化工行业股价指数、电力行业股价指数和水泥制造行业股价指数，四大股价指数通过影响四大产业的煤耗影响煤炭的需求量水平；货币需求量会间接影响煤炭需求；美元汇率通过其内在不稳定性影响煤炭市场的供需状况，使得煤炭价格波动，这是因为布雷顿森林体系核心内容所带来的影响；国际煤炭期货价格、国际原油期货价格以及新能源股价指数等能够影响煤炭现货的替代品的数量。本文主要利用计量经济学的方法研究在美元汇率的影响下，煤炭期货市场对煤炭现货的价格发现作用。

3.3.1 美元汇率对煤炭价格的波动影响

虽然我国煤炭储量丰富，但煤炭进口需求仍然较大，受美元汇率波动的影响，当美元汇率上升时，人民币相对贬值，我国煤炭进口量下降，使得国际的煤炭需求量下降进而降低国际和国内煤炭价格，反之，当美元汇率下降时，国际和国内煤炭价格上升。美元汇率波动对煤炭价格的影响机制总结如下图 3-1：

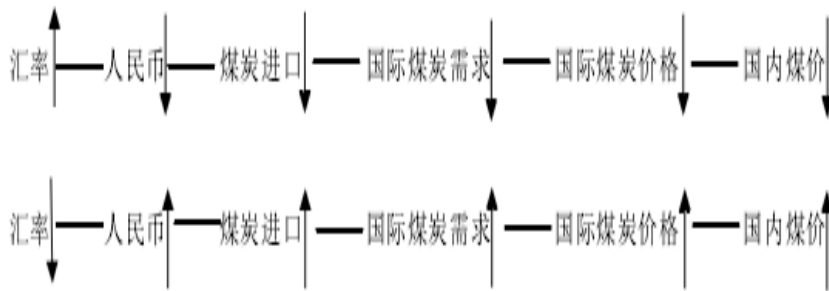


图 3-1 美元汇率波动对煤炭价格的影响机制

我国是一个国际能源交换大国，从 2003-2018 年的煤炭进出口条形图 3-2 可以看出，我国的煤炭出口量逐年降低，2009 年开始煤炭进口量激增，并呈现逐年增加的趋势，我国俨然成为了一个煤炭进口大国，煤炭行业对煤炭进口的依存度升高。由于国际煤炭交易是以美元结算，所以美元汇率的波动会给我国煤炭企业带来能源价格方面的风险，对煤炭价格产生一定的影响。

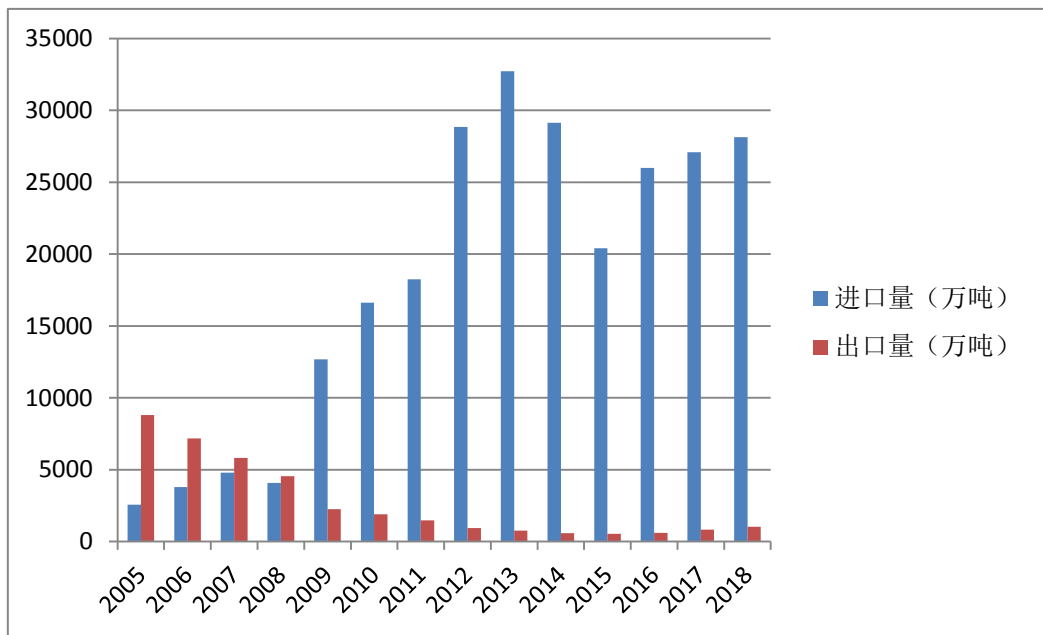


图 3-2 2003-2018 年的煤炭进出口条形图

3.3.2 煤炭期货价格对煤炭现货价格的影响

在煤炭期货市场中，各种参与者可以根据自身对煤炭的预期进行多种操作，从而规避风险，甚至获取额外收益。这种特性吸引了大量机构投资者（投资银行、私募股权基金、对冲基金等）纷纷入场。

投机资本竞相追逐煤炭投机的原因是煤炭是具有稀缺性的重要战略资源。投机力量在活跃市场创造流动性的同时也给整个煤炭市场带来了浓重的投机氛围，从公布的能源期货期权交易者个数来看，随着期货市场交易个数增加，资金流动增多，同期煤炭现货价格也出现了波动，由此可以看出市场资金的流动对煤炭价格波动存在显著冲击。他们虽然不领跑行情，却通过跟随趋势的方式强化了价格上行或下行的趋势，拉伸了价格波动的幅度。当一轮煤价牛市行情开始时，投机资金的进入会大大助推煤价飙升的速度。

不仅商业性金融机构热衷于煤炭金融，近年来越来越多的国家和地区也开始设立主权性煤炭基金，以类似共同基金的方式运作。这类基金设立的普遍初衷是通过煤炭产业投入保证能源安全、维护国家能源战略，但其发挥的主要机制与一般金融机构类似，仍是为煤炭产品进行套期保值，锁定利润的同时控制价格风险，进而实现投资收益的最大化。

除了煤炭基金以外，银行也采用类似的进出口信贷的“能源金融”业务来保证本国企业在国际煤炭市场竞争中的有利地位。在这些从事能源金融业务的银行中：政策性银行不以营利为目的，通过发放长期信贷保证煤炭产业资金需求；商

业银行则主要从事与煤炭期货交易有关的金融市场业务，为煤炭生产企业提供商业性贷款和项目融资，并兼营金融咨询和原油衍生品、债券代销业务。

大量煤炭投机基金的介入、主权性煤炭基金的建立以及银行煤炭金融业务的兴起表明，煤炭早已不是单纯的大宗商品，其市场环境已经高度金融化。

3.4 小结

煤炭现货交易中的价格风险催生了风险管理的需要，煤炭期货合约应运而生。期货市场的发展在为交易主体创造风险管理便利的同时，也使得煤炭这种大宗商品开始具有金融属性。随着投机基金的增长、煤炭基金的建立、银行煤炭金融业务的开展以及煤炭衍生品的迅速发展，煤炭商品与金融因素的融合日益紧密，其金融属性在逐渐增强。美元作为国际煤炭计价货币，其价值变动与煤炭价格之间具有天然联系。美元汇率内在的不稳定性决定了煤炭价格会随美元汇率变化。煤炭美元的大量出现造成了美元汇率与国际煤炭价格波动的双重压力；美元汇率变化不仅会通过供需层面影响煤炭价格，其资产配置效应还会引导投机资金流动加剧煤炭价格波动。

第 4 章 基于汇率因素的动力煤期货价格发现检验

在研究动力煤期货的价格发现作用时，本文主要考虑的理论为“溢出效应”，即动力煤现货市场的价格不仅受自身价值因素的影响，还受到其他市场（如动力煤期货市场）的价格影响。动力煤的期货市场与现货市场皆为关于动力煤交易的市场，而两者之间很可能存在价格引导和发现关系；当考虑动力煤期货价格时，汇率因素也是一个可能具有重要影响的因素，因此，本文检验在研究期货与现货市场的价格发现作用的基础上，引申美元汇率对动力煤期货价格的影响检验，保证研究的广度和深度。

4.1 数据来源

我国动力煤期货于 2013 年 9 月 26 日在郑州商品交易所上市，因此，本文选择郑州商品交易所的动力煤主力连续结算价为主要解释变量，记为 PF；动力煤价格指数往往用于反应动力煤价格水平，具有“煤炭价格风向标”的作用，因此，本文选择秦皇岛动力煤价格指数作为主要被解释变量，记为 PP；在美元汇率方面，本文选择美元兑人民币汇率数据，记为 US。样本期间选为 2013 年 9 月 26 日至 2019 年 5 月 10 日，剔除无交易日、并根据期现货休市时间不同进行数据对齐后，得到的有效样本容量为 1297。以上数据来源如表 4-1 所示。

表 4-1 数据来源

数据名称	变量名称	变量来源
------	------	------

郑煤主力连续结算价	PF	Choice 数据库
秦皇岛动力煤价格指数	PP	Choice 数据库
美元兑人民币汇率	US	美国联邦储备委员会

4.2 动力煤期货与现货市场的价格发现实证

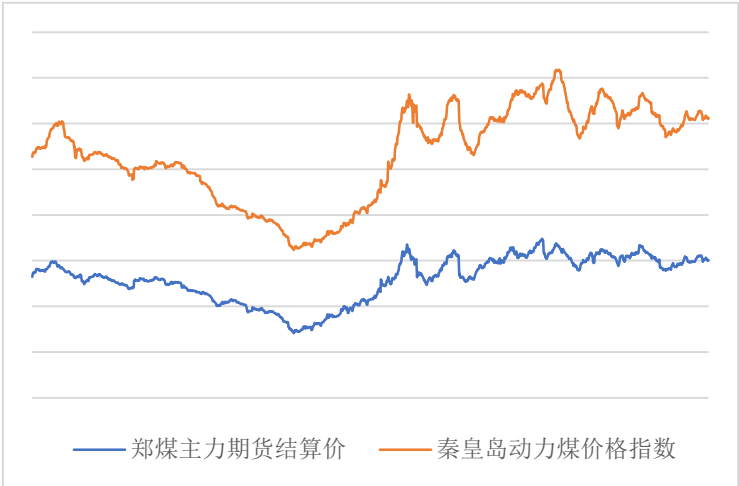


图 4-1 动力煤期货及现货价格变动趋势

由图 4-1 所示动力煤期货及现货价格变动方向基本一致，波动幅度基本相同，具有较高的相关性，具有进一步研究的价值。

4.2.1 描述性统计数据

为减弱变量自相关性及计量研究的需要，本研究对所有变量进行对数化处理，描述性统计如表 4-2 所示。

表 4-2 描述性统计数据

	Mean	Median	Max	Min	Std. Dev.	Skewness	Kurtosis
LNPF	6.23439	6.27439	6.54420	5.64262	0.21021	-0.91841	2.96621
LNPP	6.28009	6.30992	6.65286	5.89990	0.20844	-0.47722	2.01886

4.2.2 单位根检验

由于经济领域中大多数时间序列是非平稳的，若以平稳为假设前提直接用传统的计量估计方法和普通最小二乘法进行估计，则容易产生错误的计量结果，所以本文先采用单位根检验判断数据的平稳性。

本文采用了 ADF 及 PP 两种单位根检验方法。单位根检验结果如表 4-3 所示。

表 4-3 单位根检验结果

变量	ADF 检验		PP 检验	
	原序列	一阶差分	原序列	一阶差分
LNPF	-1.489782	-33.54315***	-1.636506	-33.65571***

	(0.8329)	(0.0000)	(0.7782)	(0.0000)
LNPP	-1.600100 (0.7928)	-12.84082*** (0.0000)	-1.632744 (0.7797)	-35.72901*** (0.0000)

注：***, **, 和 *分别代表变量在 1%, 5%和 10%的水平下显著。

由表 4-3 可以看出, LNPF 及 LNPP 的原序列皆接受原假设, 即原序列非平稳; 而一阶差分后的序列皆在 1% 的显著性水平下拒绝原假设, 即变量为一阶单整。接下来将进行协整检验, 判断变量是否存在协整关系。

4.2.3 协整检验

为进一步了解变量之间的长期动态关系, 本文进行了长期协整关系检验。表 4-4 报告了采用 Engle-Granger Cointegration Test 和 Johansen Fisher Cointegration Test 方法下的协整估计结果。

表 4-4 协整检验结果

Engle-Granger 协整检验				
变量	tau 统计量	P 值	Z 统计量	P 值
LNPF	-4.336117***	(0.0023)	-36.81160***	(0.0014)
LNPP	-4.298429***	(0.0026)	-36.14949***	(0.0017)
Johansen 协整检验				
原假设存在协整关系个数	迹统计量	P 值	最大特征值统计量	P 值
0	36.91506***	(0.0000)	35.26562***	(0.0000)
1	1.649441	(0.1990)	1.649441	(0.1990)

注：***, **, 和 *分别代表变量在 1%, 5%和 10%的水平下显著。

由表 4-4 可以看出, Engle-Granger 协整检验的结果均在 1% 的显著性水平下显著; Johansen 协整检验在 1% 的显著性水平下拒绝了没有协整关系的假设, 只有一个协整关系, 表明 LNPF 和 LNPP 之间存在长期均衡关系。接下来, 本文将对此进行 VEC 及格兰杰因果关系检验。

4.2.4 VECM 检验

协整关系只是反映了变量之间的长期均衡关系, 误差修正模型 (VECM) 的使用就是为了建立短期的动态模型以弥补长期静态模型的不足。它既能反映不同的时间序列间的长期均衡关系, 又能反映短期偏离向长期均衡修正的机制。由于 LNPF 和 LNPP 之间存在协整关系, 满足构建误差修正模型的条件, 因此我们取阶滞后 2 期来构建 VECM 模型, 实证结果如表 4-5 所示。

表 4-5 滞后 2 阶的 VEC 模型参数估计结果

变量	Δ LNPP	Δ LNPF
----	---------------	---------------

	参数估计值	t 统计量	P 值	参数估计值	t 统计量	P 值
C	0.000122***	0.41311	(0.00030)	6.72E-05***	0.18694	(0.00036)
ECM (-1)	0.034000***	7.32775	(0.00464)	0.004373***	0.77722	(0.00563)
Δ LNPF(-1)	0.015773**	0.67062	(0.02352)	0.068148**	2.38932	(0.02852)
Δ LNPF(-2)	0.006976**	0.29651	(0.02353)	-0.032853**	1.13872	(0.02853)
Δ LNPP(-1)	0.030665**	1.11867	(0.02741)	0.001763**	0.05303	(0.03324)
Δ LNPP(-2)	0.021327**	0.77923	(0.02737)	0.015949**	0.48051	(0.03319)

注：***, **, 和 *分别代表变量在 1%, 5%和 10%的水平下显著。

由表 4-5 可以看出, Δ LNPP 误差修正系数的 t 统计量为 0.41311, 在 1% 的显著性水平下显著, 表明当期货价格与现货价格出现偏差时, 期货价格对现货价格向均值调整具有引导作用; 同理 Δ LNPF 的该项系数也在 1% 的显著性水平下显著, 表示期货价格短期偏离均值后, 现货价格具有对其回归均值具有引导作用。

从绝对值上看, Δ LNPP 误差修正项系数为 0.034, 大于 Δ LNPF 的系数 0.004, 表明回归均值的过程中, 现货价格受期货价格引导的反应更敏感, 过程更迅速。这也证明了在动力煤现货价格和期货价格中, 期货价格对现货价格具有引导作用, 其价格发现的功能是有效的。

为进一步分析动力煤期货市场对现货市场的价格发现作用, 本文在 VEC 模型的基础上采用脉冲响应及方差分解进行拓展分析。

(1) 脉冲响应

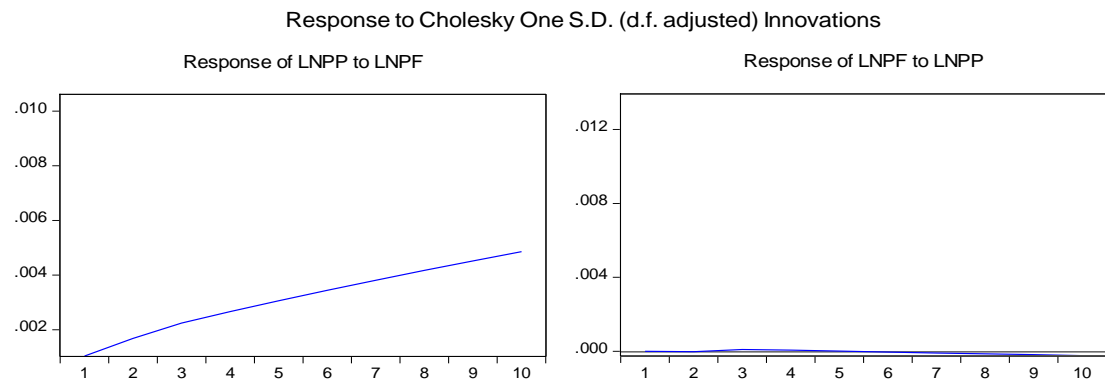


图 4-2 脉冲响应结果图

如图 4-2 所示, 从反应程度的绝对量上来看, 一单位期货价格冲击对现货价格造成的冲击反应远远大于现货价格对期货价格的影响, 因而我们可以进一步印证之前关于期货价格引导现货价格的判断。

(2) 方差分解

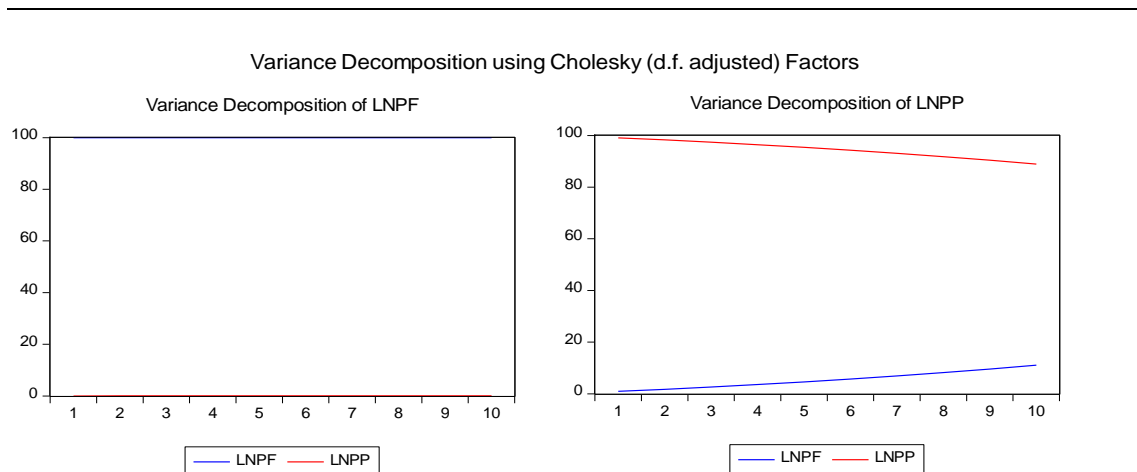


图 4-3 方差分解结果图

如图 4-3 所示，将期货价格的长期方差分解后，现货价格的贡献程度几乎可以忽略不计；而期货价格对于现货价格的累积贡献从第一期开始逐渐上升，在第 10 期达到 11% 左右。由此说明，在两者的价格发现关系中，期货价格发挥着主导作用。

4.2.5 格兰杰因果检验

表 4-6 格兰杰因果检验结果

原假设	滞后期	F 统计量	P 值
LNPP 不是 LNPF 的格兰杰原因	1	1.99078	(0.1585)
LNPF 不是 LNPP 的格兰杰原因	1	63.5870***	(3.E-15)
LNPP 不是 LNPF 的格兰杰原因	2	0.35704	(0.6998)
LNPF 不是 LNPP 的格兰杰原因	2	31.0219***	(7.E-14)
LNPP 不是 LNPF 的格兰杰原因	3	0.45829	(0.7115)
LNPF 不是 LNPP 的格兰杰原因	3	20.3220***	(7.E-13)
LNPP 不是 LNPF 的格兰杰原因	4	0.41605	(0.7972)
LNPF 不是 LNPP 的格兰杰原因	4	19.4412***	(2.E-15)
LNPP 不是 LNPF 的格兰杰原因	5	0.24161	(0.9440)
LNPF 不是 LNPP 的格兰杰原因	5	16.4061***	(1.E-15)

注：***, **, 和 * 分别代表变量在 1%, 5% 和 10% 的水平下显著。

表 4-6 列示了滞后阶数为 1-5 阶的格兰杰因果检验结果，如结果所示，“LNPF 不是 LNPP 的格兰杰原因”的原假设均在 1% 的显著性水平下被拒绝，这表明 LNPF 是 LNPP 的格兰杰原因，即期货价格对现货价格具有价格发现作用。

综合以上实证，我们可以初步得到结论：动力煤期货价格对现货价格具有价格发现作用，动力煤价格在期货及现货市场存在溢出效应。下面将对检验进行延伸，探究美元汇率是否会对动力煤期货价格产生影响。

4.3 美元汇率与动力煤期货价格的关系实证

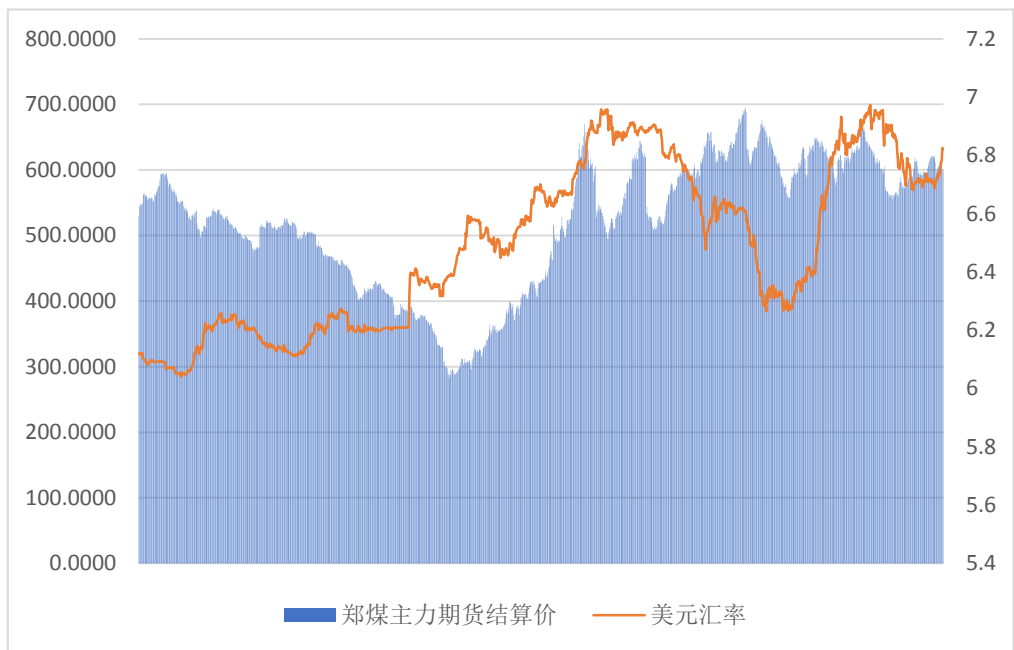


图 4-4 动力煤期货及美元汇率变动趋势

根据图 4-4 所示，美元期货与动力煤期货的变动趋势并未体现明显的相关关系，接下来将采用实证方法来对二者关系进行检验。

4.3.1 描述性统计数据

为减弱变量自相关性及计量研究的需要，本研究对所有变量进行对数化处理，描述性统计如表 4-7 所示。

表 4-7 描述性统计数据

	Mean	Median	Max	Min	Std. Dev.	Skewness	Kurtosis
LNPF	6.23439	6.27439	6.54420	5.64262	0.21021	-0.91841	2.96621
LNUS	1.86892	1.86918	1.94215	1.79844	0.04296	0.06209	1.60356

4.3.2 单位根检验

表 4-8 单位根检验结果

变量	ADF 检验		PP 检验	
	原序列	一阶差分	原序列	一阶差分
LNPF	-1.489782	-33.54315***	-1.636506	-33.65571***
	(0.8329)	(0.0000)	(0.7782)	(0.0000)
LNUS	-1.463258	-35.12446***	-1.634606	-35.26925***
	(0.8416)	(0.0000)	(0.7790)	(0.0000)

注：***, **, 和 *分别代表变量在 1%, 5%和 10%的水平下显著。

由表 4-8 以看出, LNPF 及 LNUS 的原序列皆接受原假设, 即原序列非平稳; 而一阶差分后的序列皆在 1% 的显著性水平下拒绝原假设, 即变量为一阶单整。接下来将进行协整检验, 判断变量是否存在协整关系。

4.3.3 协整检验

表 4-9 协整检验结果

Engle-Granger 协整检验				
变量	tau 统计量	P 值	Z 统计量	P 值
LNPF	-1.229351	(0.8510)	-2.944811	(0.8812)
LNUS	-1.295868	(0.8325)	-2.656783	(0.8981)
Johansen 协整检验				
原假设存在协整关系个数	迹统计量	P 值	最大特征值统计量	P 值
0	6.002522	(0.6952)	4.630488	(0.7875)
1	1.372034	(0.2415)	1.372034	(0.2415)

由表 4-9 所示, 无论是 Engle-Granger 协整检验还是 Johansen 协整检验结果都显示 LNPF 与 LNUS 之间不存在协整关系, 因此不满足 VEC 检验的条件, 将直接采用格兰杰因果检验进行进一步研究。

4.3.4 格兰杰因果检验

表 4-8 格兰杰因果检验结果

原假设	滞后期	F 统计量	P 值
LNUS 不是 LNPF 的格兰杰原因	1	2.60129	(0.1070)
LNPF 不是 LNUS 的格兰杰原因	1	0.32226	(0.5703)
LNUS 不是 LNPF 的格兰杰原因	2	1.48671	(0.2265)
LNPF 不是 LNUS 的格兰杰原因	2	0.87566	(0.4168)
LNUS 不是 LNPF 的格兰杰原因	3	1.04613	(0.3712)
LNPF 不是 LNUS 的格兰杰原因	3	1.07949	(0.3567)
LNUS 不是 LNPF 的格兰杰原因	4	0.79910	(0.5258)
LNPF 不是 LNUS 的格兰杰原因	4	1.30034	(0.2679)
LNUS 不是 LNPF 的格兰杰原因	5	1.80075	(0.1098)
LNPF 不是 LNUS 的格兰杰原因	5	1.04641	(0.3887)

根据表 4-8, 滞后 1-5 阶的格兰杰因果检验结果均不显著, 可见 LNUS 及 LNPF 之间并不存在格兰杰因果关系。

根据上述实验, 可以初步得出, 美元汇率对于动力煤期货市场的价格影响并不明显, 美元汇率的变动并不一定会带来动力煤期货市场的价格变动。

第 5 章 总结及展望

5.1 总结

本文采用理论与实证分析相结合，通过文献综述及理论学习，掌握“价格发现”及“溢出效应”两大关键理论，选择发展日趋成熟的动力煤市场为研究对象，通过一系列单位根检验、协整检验、VEC 检验、格兰杰因果检验等计量经济学的方法，对我国自 2013 年 9 月 26 日至今的动力煤市场及美元汇率数据建立模型，得到一系列结果。

本文发现，就动力煤市场而言，动力煤期货的价格会对动力煤现货价格产生重要影响，这就意味着在对动力煤的现货价格趋势进行预判时，不仅仅可以参考各港口的动力煤价格指数，更可以将动力煤期货价格作为重要的参考标准，及时洞悉动力煤价格变动趋势。这不仅对与动力煤相关的企业有着重要的参考作用，更有利于国家对于动力煤市场的调配，更好的配置资源。此外，本文也发现，美元汇率的波动尽管对我国多个领域的商品价格会产生一定的冲击，但是在动力煤期货市场上，美元汇率的影响并不明显。

5.2 政策展望

(1) 国家应加强对动力煤期货市场的监管，保证动力煤期货市场能够在公平、有序、透明的环境下发展壮大。发挥期货套期保值，规避风险的作用。

(2) 强化动力煤期货的国际影响力，避免及防范国际冲击。

(3) 国家应充分发展煤炭金融期货市场，合法化多种煤炭金融衍生品，促进期货市场交易，充分为现货市场提供价格发展作用。

(4) 加强国家能源金融立法，严格规范金融市场过分投机行为，为国家的能源金融发展提供政策支持和法律护航。

(5) 实现我国煤炭市场机制，市场交易规则、价格和结算与国际接轨，严控国际汇率变动和全球能源事件，能源全球化的同时防范金融的杠杆累积和国际冲击。

参考文献

- [1]王佳丽.中国煤炭期货交易模式发展与展望[J].能源,2014(08):82-91+112.
- [2]张丽华,孙凯军.动力煤期货和焦炭期货套期保值的比较分析——基于最小方差的 Copula 模型[J].经济问题,2015(06):64-68.
- [3]张艳芹,刘满芝.我国动力煤期货运行效率研究[J].价格理论与实践,2016(03):113-116.
- [4]张智勇,李宏军,杨鹏,李冬武.动力煤期货价格预测模型[J].中国煤

炭,2014,40(06):9-12+17.

[5]杨鑫. 国际原油煤炭价格波动对国内能源价格的影响分析[D].东北财经大学,2016.

[6]张艳芹,刘满芝.我国动力煤期货运行效率研究[J].价格理论与实践,2016(03):113-116.

[7]李百吉,周旭旭,武舜臣.我国煤炭相关期货品种价格联动关系研究——基于对焦煤、焦炭和动力煤期货价格联动性分析[J].价格理论与实践,2018(07):71-74.

[8]王年.煤炭期货价格和现货价格的联动性效应的分析[J].山东煤炭科技,2019(01):207-208+211+213.

[9]赵笙凯,吕靖烨.中国煤炭期货市场价格有效性的实证研究[J].煤炭经济研究,2019(03):41-47

[10]吴磊,肖图强.论国际石油期货贸易的发展、内容及其影响国际贸易问题,1992(12)

[11]Bossel H , Denton R . Energy futures for the Federal Republic of Germany: Three scenarios[J]. Energy Policy, 1977, 5(1):35-50.

[12]Hoare A G or would you rather live in Italy?: The geography of preferred energy futures[J]. Energy Policy, 1988, 16(2):164-179.

[13]Luthra D , Fuller J D . Exploring regional energy futures in Canada: A techno-economic energy model for Ontario[J]. Energy, 1990, 15(10):885-898.

[14]Wen X, Bouri E, Roubaud D. Can energy commodity futures add to the value of carbon assets?[J]. Economic Modelling, 2017, 62:194-206.

[15]Xiao Jason Tian,Huu Nhan Duong,Petko S. Kalev. Information content of the limit order book for crude oil futures Price volatility[J]. Energy Economics,2019.

[16]陈思彤.天气期货在我国天然气行业的应用研究[J].能源与环境,(01):12-13