

摘要

随着工业化的进程，因温室气体排放导致的气候问题已经成为全世界面临的重大挑战之一。我国作为以传统能源消费结构为主的发展中国家，勇于展现大国担当，提出“双碳”的减排目标来降低碳排放。在二十大上，政府表示为更加积极稳妥的推进“双碳”目标，要立足于我国能源资源体系的现状，先立后破，即基础就是重新认识我国的资源禀赋，后逐渐实现能源转型。同时，全国性碳交易体系的开启，将逐渐消除各区域性碳市场因各地区的经济水平、减排目标等造成的差异性，建立更加适合我国国情的统一性碳市场。因此，研究碳市场和能源市场之间的风险溢出效应有重大意义。

在基于对相关文献的了解的基础上，本文结合 TVP-VAR-DY 模型和网络分析方法，以北京碳市场价格、动力煤期货合约价格、中国大庆原油现货价格以及中证新能源指数收盘价格为研究样本，使用 2015 年 2 月 25 日至 2022 年 6 月 10 日的日收盘价数据，来研究各市场间的风险溢出指数，并结合网络分析分析国内外的不确定性对溢出方向、强弱的研究。

研究结果表明：首先，碳市场与能源市场间存在双向的风险溢出效应且是不对称的。并伴随着国内外政策经济的不确定性对两市场间的风险溢出产生影响，具有明显的时变特性；其次，可以从静态溢出效应看出，碳市场和煤炭市场是净溢出市场，而原油和新能源市场是净溢入市场，且煤炭市场对新能源市场的净溢出效应是最强的。同时，原油市场无论是对其他市场的溢出指数还是接受到的来自其他市场的溢出指数都是最高的；然后，在方向性溢出效应中，净溢出波动较剧烈的是碳市场，但大多数情况下为正，相比于自身发出的溢出效应，接收到的其他市场的溢入效应较小，说明在风险传播中碳市场处于输出者地位。而新能源市场的净溢出效应为负的情况较多，在风险传播中处于接收者的地位；最后，将风险溢出与网络结构相结合分析发现，伴随着国内外政策经济环境的不断变化，方向性溢出、各市场间的两两溢出指数具有非常明显的时变特征。尤其在贸易战和新冠疫情期间。同时，发现在全国碳交易体系开启后的，各市场间的风险关联度较之前是相对减弱的。

从理论来研究风险在不同市场间的传导过程和从实证来测算总结时变溢出效应的特征，并在市场间的发展和碳市场的风险管理这两个方面对政策制定者、投资者等提供较具体的对策和建议。

关键词：风险溢出效应；碳市场；能源市场；TVP-VAR-DY 模型

Research on risk spillover effect between carbon market and energy
market

Manman Li

Finance

Directed by Jiangcheng Li

Abstract

With the process of industrialization, the climate problem caused by greenhouse gas emission has become one of the major challenges facing the whole world. As a developing country with a traditional energy consumption structure, China has the courage to show its responsibility as a major country and proposed a "two-carbon" emission reduction target to reduce carbon emissions. In the big 20, the government said that in order to promote the "double carbon" goal more actively and steadily, based on the current situation of China's energy and resources system, first to establish before breaking, that is, the foundation is to re-understand the country's resource endowment, and then gradually realize the energy transition. At the same time, the opening of a national carbon trading system will gradually eliminate the differences among regional carbon markets caused by economic levels and emission reduction targets in different regions, and establish a more uniform carbon market that is more suitable for China's national conditions. Therefore, it is of great significance to study the risk spillover effect between carbon market and energy market.

Based on the understanding of relevant literature, this paper combined the TVP-VAR-DY model and network analysis method, taking the Beijing carbon market price, thermal coal futures contract price, China Daqing crude oil spot price and the closing price of China Securities New Energy Index as research samples, using the daily closing price data from February 25, 2015 to June 10, 2022. To study the risk spillover index between various markets, and combined with network analysis to analyze the domestic and foreign uncertainty on the spillover direction, strength.

The results show that: Firstly, there is a two-way risk spillover effect between

carbon market and energy market and it is asymmetric. With the uncertainty of domestic and foreign policy and economy, the risk spillover between the two markets is affected, which has obvious time-varying characteristics. Secondly, it can be seen from the static spillover effect that the carbon market and coal market are net spillover markets, while the crude oil and new energy market are net spillover markets, and the coal market has the strongest net spillover effect on the new energy market. Meanwhile, the crude oil market has the highest spillover index to or from other markets. Then, in the directional spillover effect, the carbon market has a sharp fluctuation in net spillover, but it is positive in most cases. Compared with the spillover effect sent by itself, the spillover effect received by other markets is smaller, indicating that the carbon market is in the position of exporter in risk transmission. However, the net spillover effect of new energy market is negative in many cases, and it is in the position of recipient in risk transmission. Finally, combining the risk spillover with the network structure, it is found that with the constant changes of domestic and foreign policy and economic environment, the directional spillover and the pin-two spillover index between various markets have very obvious time-varying characteristics. Especially during the trade war and the COVID-19 pandemic. At the same time, it is found that after the opening of the national carbon trading system, the risk correlation among various markets is relatively weaker than before.

This paper studies the transmission process of risks between different markets theoretically and calculates and summarizes the characteristics of time-varying spillover effects empirically, and provides more specific countermeasures and suggestions for policy makers and investors in the aspects of inter-market development and risk management of carbon markets.

Keywords: Risk spillover effect; Carbon markets; Energy markets; TVP-VAR-DY model.

目 录

第一章 绪论	1
第一节 研究背景及研究意义	1
一、研究背景	1
二、研究意义	2
第二节 文献综述	3
一、碳交易市场间风险溢出效应研究	3
二、风险溢出效应研究测度方法	8
三、文献评述	10
第三节 研究内容与研究方法	11
一、研究内容	11
二、研究方法	11
第四节 技术路线与创新之处	12
一、技术路线图	12
二、本文创新点	13
第二章 相关概念界定及研究的理论基础	14
第一节 相关概念界定	14
一、碳交易市场	14
二、风险溢出效应	14
第二节 研究的理论基础及风险溢出效应理论分析	15
一、碳市场设计的经济学理论基础	15
二、碳市场与传统能源市场间风险溢出效应理论分析	17
三、碳市场与新能源市场间风险溢出效应理论分析	17
四、传统能源与新能源市场间风险溢出效应理论分析	18
第三章 碳市场和能源市场发展现状	19
第一节 中国碳市场发展概述	19
第二节 中国能源市场发展概述	22
第四章 溢出效应模型构建及数据选择	24
第一节 变量选取与变量来源	24
第二节 描述性统计	25
一、样本数据变化趋势分析	25
二、描述性统计	27
第三节 TVP-VAR-DY 模型构建	29
第五章 碳市场和能源市场间风险溢出效应实证研究	31
第一节 碳市场与能源市场风险溢出效应静态分析	31
第二节 碳市场与能源市场风险溢出效应动态分析	32
一、碳市场与能源市场风险的总溢出	32

二、碳市场与能源市场风险的方向性溢出	33
三、动态分析:各个市场两两之间的动态净溢出效应	37
第三节 碳市场与能源市场风险溢出的动态网络分析	38
第四节 稳健性检验	41
第六章 结论、建议与展望	42
第一节 结论	42
第二节 政策建议	42
一、不断推进碳市场和能源市场的发展	43
二、提高碳市场的风险防控能力	44
第三节 研究展望	45
参考文献	47

第一章 绪论

第一节 研究背景及研究意义

一、研究背景

随着工业化的进程，人们对化石能源的需求越来越多，随之而来的则是二氧化碳的排放不断提升，全球气温不断上升，对我们的生存环境造成了严重破坏。自然灾害、极端天气的频繁发生，引起了全球的关注，并不断采取措施为减少碳排放。在《联合国气候变化框架公约》中，规定了发达国家和发展中国家的义务和履约义务程序均不相同。对于温室气体排放较多的发达国家要提供资金和技术支持给发展中国家，而发展中国家要制定执行关于温室气体排放和清除的措施。而在《京都协定书》中，二氧化碳被赋予了商品属性，使得二氧化碳的排放权可以作为一种商品在国家、行业之间进行交易流通。2016年签订的《巴黎公约》，为应对全球气候变化各缔约国需在“自主贡献”的指引下参与，实现从依赖化石能源破坏自然环境的的增长模式到绿色可持续发展模式的转变。其次，为帮助发展中国家适应和减缓气候变化，发达国家应为发展中国家提供资金，深化技术发展和转让方面的合作。最后，在资本市场上推动投资偏好向绿色能源等发展倾斜。

面对严峻的碳排放形势，中国作为世界最大的碳排放国，也是最大的发展中国家，积极参与国际减排活动，展现负责任的大国担当。从2005年到2020年国内二氧化碳的排放累计降低了48.4%，上一阶段承诺的自主贡献减排目标超额完成。2020年中国在联合国大会上承诺，2030年碳达峰、2050年碳中和，为减排提出了更高的目标。在碳减排方面已经取得了不小的成就，从2011年以来，我国陆续建立了北京、深圳、广州、上海、湖北、重庆、福建、天津八个省份碳排放权交易试点，经过多年的试点经验，全国碳排放权交易于2017年正式启动。2021年1月起，中国碳市场履约期开始启动，以发电行业为突破口，这也是第一次在全国层面上通过市场机制推行到企业，实现了对低碳排放的正向激励。并通过抵消机制，为自愿减排的主体带来收益，有利于推进能源结构的调整。而除了发电行业，其他碳排放行业也会陆续进入交易体系。纳入的原则是“成熟一个、纳入一个”，电力行业在碳市场的运行基本稳定之后，再陆续将高耗能高排放的

行业纳入碳交易体系中。这就降低了碳交易市场的有效性，难以市场化方式达到减排的目的，解决的有效途径就是引入第三方投资者盘活市场。2021年7月，备受关注的全国碳市场开始线上交易，并且一经启动就成为了全球覆盖规模最大的碳市场。

总的来说，全国碳交易市场，我国政府高度重视，发布了一系列促进全国碳市场机制更加完善、运行更加顺利稳定的政策。为了解除资源环境限制问题，实现经济社会绿色低碳和高质量发展，“积极稳妥推进碳达峰碳中和”在二十大报告中被明确提出。我国碳市场的规模发展潜力巨大，证券公司作为资本市场的主力军加快了进入碳市场的脚步，这有利于促进碳市场的市场化发展，并通过市场化的方式降低二氧化碳的排放，促进绿色低碳经济发展，为实现“双碳”目标贡献力量。2022年10月印发《能源碳达峰碳中和标准化提升行动计划》，提出到2025年要建立较系统的能源标准体系来给能源绿色转型提供指导和有力支撑。特别是对非传统能源的标准规范，如风、光伏等可再生能源，而对传统能源则是实现绿色生产转化和综合利用标准。

新冠疫情的爆发，各国采取不同的防疫隔离措施，限制了生产要素的流动，使得全球的经济增长率下降。疫情引发的经济衰退，对能源结构产生了巨大冲击。而对于碳市场也是巨大的考验，生产经营活动的减少，导致碳交易价格大幅下降。大气中二氧化碳的排放主要来自传统能源的燃烧，而碳市场则是交易碳排放权，所以两市场间相关。碳市场不仅具有减排的功能，还具有资源配置的金融属性。将资金从传统能源的销售使用转移到对新能源设备的购买等，这使得两市场间关系紧密。因此，碳市场和能源市场之间的溢出效应，有利于促进减排和能源结构的调整。

二、研究意义

（一）理论意义

首先，本文对北京碳交易市场与传统能源、新能源市场之间的风险溢出效应进行了时变研究，为了解市场间的信息传递和风险传递，对各个市场的风险溢出进行研究。采用 TVP-VAR-DY 模型和基于溢出指数的网络结构，来定量和定向描述静态溢出和动态溢出的方向溢出、净溢出，避免传统模型的局限，如 GARCH 只能描述溢出效应的强度。比较分析北京碳市场与传统能源、新能源市场间溢出

效应的区别,并结合不同的经济事件来进行分析,丰富了碳市场与能源市场间溢出效应的成果。

(二) 实际意义

作为有金融属性,国家重点发展的碳市场,实现市场化的过程会纳入更多相关的行业,会吸引更多的资金涌入碳交易体系。能够促进碳市场的减排和资源配置带来的技术创新进一步深化,进而推动能源结构向低碳绿色发展。

首先,高碳排放的行业会随着发电行业的稳定运行而陆续进入全国碳交易市场,券商为碳市场的巨大潜力会相继进入并盘活碳市场。通过碳市场和能源市场的溢出效应研究,有助于为资本市场的投资者提供新的投资组合思路,促进投资的多元化。

其次,有效的风险溢出研究有利于帮助政策制定者更好的了解市场间的风险传播,制定相关政策和战略来降低市场间的风险和加强风险监管。

最后,投资者和监管者可以通过碳市场和能源市场间的传导过程,理清市场间通过怎样的路径传导风险溢出和收到的冲击产生的影响,能够据此及时调整投资策略规避风险。

第二节 文献综述

一、碳交易市场间风险溢出效应研究

近年来,由于温室气体的大量排放导致的极端天气和大气污染已经成为社会和经济发展中急需解决的问题,碳排放权交易的实施和不断完善逐渐变成了全世界关注的焦点。碳市场建立的经济学理论基础是外部性理论,大量的碳排放会造成严重地污染问题和极端天气的发生,而为解决这些问题就需将碳排放所造成的的外部性问题内部化,于是在《京都协定书》中,二氧化碳被赋予了商品属性,使得二氧化碳的排放权可以作为一种商品在国家、行业之间进行交易流通。碳交易市场将二氧化碳排放权化为可交易商品,是新兴的金融市场。并伴随着金融属性的不断增强,学者们对碳市场展开了方法方面的研究。而结合现有文献对于碳交易市场溢出效应研究,主要集中在碳市场内部之间以及碳市场与其他市场之间的研究。

（一）碳市场内部风险溢出效应

碳市场内部中国的八大交易市场之间、欧盟碳市场等。相较于国内碳市场，国外碳市场成立更早，其中在全球碳市场中发展最成熟的是欧洲碳排放交易体系（EU-ETS），也是全球最大的碳排放交易市场，发展相对成熟且更市场化，因此研究内容的更多且更加广泛，故学者们早期的关注重点是欧盟碳市场间的溢出效应。刘纪显和谢赛赛（2014）^[1]研究 EUA 碳市场与 CER 碳市场间的溢出效应，得出两市场间的收益溢出不对称，EUA 对 CER 市场的溢出效应为负且较显著，反之不显著；且波动溢出也是非对称的，EUA 与 CER 市场间的波动溢出是双向的，EUA 对 CER 市场溢出效应相对更大。目前对欧盟碳市场间的溢出效应研究主要在 EUA（欧盟碳排放配额）期货和 CER（核证减排量）期货之间，Shihong 等（2020）^[2]采用 VAR-BEKK-GARCH 模型，对欧盟排放交易体系第二和第三阶段 EUA 和 CER 市场研究，发现 EUA 和 CER 市场之间的波动溢出效应存在不对称，且 EUA 对 CER 市场更为显著。

随着中国碳排放权交易试点市场开启到全国碳交易市场正式上线，越来越多的学者逐渐将研究方向转向中国碳市场间的溢出效应研究，主要集中在七大碳市场之间，研究对象主要在碳价格、市场有效性、风险溢出等方面。在碳价格方面，Zumian 等（2022）^[3]用时变连通性方法，对碳市场间碳价格回报的溢出效应研究，发现碳价格收益溢出的主要市场是北京和重庆碳市场，且具有较强的定价权。就市场有效性而言，马跃和冯连勇（2022）^[4]对同一个碳市场进行多种检验方法对碳市场的有效性分析，发现检验方法不同得到的结果也不完全相同，对不相同的用 GARCH 模型进一步分析，并未有碳市场达到弱势有效，因此整个中国碳市场没有达到弱势有效水平。在风险溢出方面，吴永等（2022）^[5]利用 R-vine copula-CoVaR 分析，探究广州、北京、上海、深圳、湖北碳市场之间的风险溢出效应，发现双向风险溢出只存在于北京和上海碳市场，单向风险溢出有湖北到广东、深圳到上海碳市场。

（二）碳市场外部风险溢出效应

1. 碳市场与能源市场

能源市场与碳市场之间联系紧密。我国的能源结构以传统化石能源（如煤炭、石油、天然气、电力的使用）为主，这将会排放大量的温室气体，对气候和环境

造成很大影响。并随着碳市场的迅速发展，联系逐渐紧密，若有信息对能源或者碳市场造成冲击，那么波动在市场之间容易相互传导。

而早期对碳市场与能源市场的研究主要在欧盟碳市场，Yuejun 和 Yafang (2016)^[6]研究欧洲碳期货和能源市场之间的溢出效应时，发现煤炭市场到碳市场、碳市场到天然气是存在的波动性溢出较显著，但碳市场和布伦特石油市场之间的不显著。对于能源市场与碳市场的关联度，煤炭市场最高。能源价格的下降比同等程度的上升对碳价格的影响更强，而碳价格的升降对原油价格的影响不对称。

而以往在研究碳市场和能源市场时，主要是研究碳市场和三大化石能源市场（煤炭、石油、天然气）的联系。由于我国碳市场发展时间较短，因此国内碳市场与能源市场间的溢出效应相对国外较弱。Shihong 等 (2017)^[7]使用结构 VAR 模型，研究碳配额的价格、经济发展和能源价格间的关系。发现北京碳排放权价格、原油价格、天然气价格和经济发展有正相关关系，但是不显著。Jiuli 等 (2021)^[8]研究碳市场和煤炭市场间的同步问题，研究熵从多尺度和跨界的角度分析，在一个月以内同步性较弱，在一个月以上是同步运作的，但是碳市场对煤炭市场的影响比较依赖于政策。Yingying (2021)^[9]通过结合 copula 和 CoVaR 方法，研究能源市场不确定性对中国碳市场的风险外溢，中国能源市场的不确定性以大庆油田收益的条件波动来衡量。虽然国际和中国能源市场的不确定性都对对中国碳市场产生了显著的风险溢出效应，但其影响程度不同。而欧盟碳市场与能源市场的溢出效应较明显，Xu 等 (2021)^[10]选择 EUA 期货和三种化石能源期货价格作为数据，采用 TVP-VAR-SV 模型和脉冲响应函数，研究发现碳市场和化石能源市场之间存在明显的溢出效应，但溢出效应的强度具有时变和不对称特征。

近年来国际形势复杂多变，学者们也开始从不同的背景、角度、减排技术等来研究碳市场和能源市场之间的溢出效应。刘建和等 (2021)^[11]发现中美贸易战的爆发对中国碳市场造成影响，使得碳市场和能源市场间的溢出关系发生改变，通过 DCC-GARCH 模型研究发现，在贸易战之前，对碳市场价格的方差贡献最大的是焦煤价格；但之后，贡献最大的是 WTI 原油价格。Wei 和 Yunfei (2022)^[12]以 COVID-19 爆发前后时期为对比，研究金属、能源和碳市场间的时频关联性，发现与 COVID-19 爆发前的时期相比，爆发后总连接性明显提高，这种溢出效应在短时间内最明显，但会随着时间急剧下降。碳市场更容易受到其他市场风险传

递的影响，但同时对其他市场有更大的溢出在所有时间频率领域内。Ying 等（2020）^[13]从电力消费角度出发，用 DCC-MVGARCH 模型分析了中国碳市场、能源市场和资本市场三个市场的动态联动机制。发现三个市场间的动态条件相关性基本一致。但碳排放交易市场与资本市场的动态相关系数为负，这与我国碳市场的配额设置不合理有关。Yonghui 等（2022）^[14]基于卫星对二氧化碳和 PM2.5 排放数据的高分辨率与发电厂的精确地理位置相匹配来构建新颖的时空数据集，采用差分模型来分析碳机制如何影响电力行业的减排。发现碳试点区域的电厂对二氧化碳和 PM2.5 的排放确实减少了。而且对使用不同技术的电厂减排有较明显效果，尤其对技术落后的电厂更加明显。

随着我国能源供给侧改革的施行，调整能源结构，新能源市场规模不断扩大，在能源结构中的占比逐年增大。也有学者开始研究新能源、电力市场和碳市场间的溢出效应。相较于碳市场和传统能源市场的研究，与新能源市场的研究较少。王许等（2021）^[15]采用时变 Copula 和 DCC-GARCH 模型，得出碳市场和能源市场之间存在动态相依是正向的且非对称。此外，随着国家出台对新能源行业发展和温室气体减排的政策逐渐发挥作用，碳市场和新能源市场之间的动态相依性更强。Qian 等（2022）^[16]探讨碳、化石能源和清洁能源市场之间的时频溢出效益。碳、化石能源和清洁能源市场之间的溢出效应是随时间变化的。碳市场在短期内是石油市场和清洁能源市场溢出效应的净接受者，但在长期内它成为煤炭和天然气市场溢出效应的净传递者。Ruirui 和 Zhongfeng（2022）^[17]研究在极端市场条件下中国传统化石能源和新能源市场对碳市场的极端风险溢出效应，发现当能源市场遭到极端事件的冲击下时，碳市场受到来自传统化石能源和新能源市场的风险溢出较大。当碳密集型能源市场处于极端市场条件时，碳市场存在相反方向的风险，但当低碳能源市场处于极端市场条件时，碳市场的风险方向不确定。对电力市场的研究，Bangzhu 等（2020）^[18]以 EUA 期货和 Phelix 能源期货作为电价为研究对象，利用基于条件风险值的二维经验模态分解方法，碳市场对电力市场的风险溢出效应为正，电力市场对碳市场的风险溢出效应为负，且在高频和低频模式下正负不变，但在中频模式下，碳市场和电力市场之间的风险溢出效应是双向的且为负。Aviral 等（2022）^[19]采用 TVP-VAR 模型来研究绿色债券、碳价格和可再生能源股票之间的收益溢出和连接性，发现在各市场中占主导地位的是清洁能源，是网络冲击中主要的净传播者。同时通过最小方差、最小相关和最

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/078004036002006115>