

# Research on the Fluctuation Spillover Effect of “Five Sex” in Listed Companies

—Based on Panel and BEKK-GARCH Model Analysis

Zhanglu Tan, Hui Yuan\*, Shuangheng Ren

Management School, China University of Mining and Technology (Beijing), Beijing  
| Email: \*541735779@qq.com

Received: Oct. 7<sup>th</sup>, 2019; accepted: Oct. 22<sup>nd</sup>, 2019; published: Oct. 29<sup>th</sup>, 2019

---

## Abstract

The supply-side structural reform proposed by China has transformed the form of economic development and changed the mode of production management. Therefore, it is of great significance to grasp the key characteristics of the listed company's earnings and the dynamic changes of the volatility spillover effect in the context of supply-side reform. Based on the financial indicators of 18 major listed companies in China's coal industry in 2004-2018, by constructing a panel regression model, the key factors affecting the growth of growth, liquidity, safety and productivity are identified, and the BEKK-GARCH model is built to exploit the profitability. The top 10 companies have dynamic changes in volatility spillovers in key characteristics. The results show that: (1) the key factor affecting profitability is productivity; (2) the productive volatility spillover effect in companies shows agglomeration, and these changes are related to reform policies; (3) large comprehensive coal companies, such as Shenhua Energy can better grasp the key points of gains in the reform process, and its production and operation methods have guiding significance for other companies. Based on the research conclusions, this paper believes that enterprises should grasp the future development strategy of enterprises from the perspective of productivity.

## Keywords

Volatility Spillover Effect, Coal Industry, BEKK-GARCH Model, Panel Regression Model, Profitability

---

# 上市公司“五性”间的波动溢出效应研究

——基于面板及BEKK-GARCH模型的分析

谭章禄, 袁 慧\*, 任双恒

中国矿业大学(北京)管理学院, 北京

\*通讯作者。

Email: 541735779@qq.com

收稿日期: 2019年10月7日; 录用日期: 2019年10月22日; 发布日期: 2019年10月29日

## 摘要

我国提出的供给侧结构性改革转变了经济发展形式, 改变了企业生产管理模式, 因此在供给侧改革背景下把握影响上市公司收益的关键特性以及之间波动溢出效应的动态变化具有重要意义。基于我国煤炭行业18家主要上市公司2004~2018年财务指标, 通过构建面板回归模型, 从成长性、流动性、安全性和生产性识别影响收益的关键因素, 并针对收益前10的企业建立BEKK-GARCH模型, 挖掘其关键特性的波动溢出效应的动态变化。结果表明: (1) 影响收益性的关键因素是生产性; (2) 公司之间生产性波动溢出效应表现出集聚性, 这些变化与改革政策相关; (3) 大型综合性煤炭公司, 比如神华能源, 更能在改革过程中抓住获得收益的关键点, 其生产经营方式对其他公司具有指导借鉴意义。基于研究结论, 本文认为企业应从生产性把握企业未来发展战略。

## 关键词

波动溢出效应, 煤炭行业, BEKK-GARCH模型, 面板回归模型, 收益性

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

2015年, 为了应对中低端产品过剩、传统产业产能过剩、结构性的有效供给不足等问题, 国家提出了供给侧结构性改革发展战略。改革要求各行业不仅要树立和贯彻落实创新、协调、绿色、开放、共享的发展理念, 而且要在适度扩大总需求的同时, 实行“三去一降一补”, 即去产能、去库存、去杠杆、降成本、补短板, 扩大有效供给, 减少无效供给, 提高生产效率。在此战略背景下, 各行业都面临着改革的压力, 煤炭行业更是首当其冲。众所周知, 煤炭企业多表现为污染严重、高产能、高成本。我国煤炭行业在2016年产能过剩20亿吨左右, 煤价下滑幅度较大, 全行业亏损面达到了80%以上。供给侧结构性改革必然对煤炭行业的发展造成了巨大的冲击与影响。在供给侧结构性改革提出之后, 煤炭行业中的一些龙头企业主动带头调整企业战略, 重新布局生产与销售, 重视环境保护, 以满足改革的要求。为了促进改革在煤炭行业中的高速度高质量推进, 了解供给侧结构性改革前后煤炭行业发生的变化, 识别影响煤炭公司收益的关键因素, 分析各企业之间波动溢出效应的动态变化关系就显得尤为重要。

本文以供给侧结构性改革为节点, 从“五性”(生产性、收益性、成长性、流动性、安全性)出发, 建立面板数据模型, 研究影响煤炭企业收益的关键因素, 并建立BEKK-GARCH模型进而分析主要企业之间在关键因素方面的波动溢出效应, 发现某些公司在改革中的引导作用。波动溢出效应正是对这种结构性变化具体的量化, 通过正确分析行业内主要公司间波动溢出效应的动态变化, 更能深入挖掘供给侧结构性改革下企业发展的动能及联动阻滞关系, 希望对国家宏观政策变化和公司本身生产经营方式提供指导意义。

## 2. 文献综述

大量研究学者针对不同市场/地区/产业之间的波动溢出效应展开了研究。郭栋采用 GVAR 和 TVP-VAR 模型,对美国国债利率与中国国债利率联动时的时变效应进行分析,得出了两国利率联动性为正向关系的结论[1]。冯其云等将 1890 年至 2014 年城市面板数据与高铁通行的微观数据进行匹配,考察了广州深圳两座城市的联动效应和对周围城市的辐射效应,发现高铁强化了珠三角城市群的联动效应[2]。杨文华等基于尾部风险溢出视角,使用 MVMQ-CAViaR 模型,对中国的 P2P 网贷利率和传统金融市场利率的尾部风险及溢出效应进行了度量[3]。陈暮紫等人以 2005 年的股改为节点,利用 Granger 因果检验方法和双变量的 GARCH (1, 1)模型,对国内的 A 股板块和基金板块进行了领滞关系分析,发现了股改之前,行业板块之间的领滞关系不存在或者很弱,而在股改之后,领滞关系随着牛市熊市的不同而变化[4]。蒋勇等人通过对指数现货市场与股指期货的动态相关性研究,并结合股指期货的现实情况,通过分段协整检验、向量误差修正模型和 Granger 因果检验,得出股指期货对股指现货具有引导作用[5]。

刘凤根采用 GARCH 模型族对股票市场波动的集聚效应、持续效应、非对称效应、溢出效应进行实证比较分析。结果表明:中国内地股票市场与其他股票市场存在整体相关性,美国股票市场波动对中国内地股票市场波动具有溢出影响,中国内地股票市场波动对发达股票市场的影响很弱,对新兴股票市场有一定溢出影响[6]。谭小芬等通过建立非对角的 BEKK-GARCH 和 Diebold 构造的基于 VAR 模型的溢出指数方法,从收益率和波动率两个视角研究了商品市场与金融市场之间的双向溢出关系。结果发现:(1) 国际大宗商品市场与金融市场之间存在双向溢出效应;(2) 收益溢出与波动溢出的特征与变化趋势有很大不同,这些差别与全球性危机和商品市场状况相关[7]。林征等通过构建三元 BEKK-LARCH 模型,重点研究黄金、美元、石油期货市场间波动的溢出效应,从而剖析以上 3 个市场间信息传导的机制,发现原油市场与黄金市场间存在着双向的波动溢出效应,价格波动信息可以互相传导[8]。何红霞等以多元非对称 BEKK-GARCH 模型检验了深圳、香港、台湾三地股票市场间的短期波动溢出效应。结果表明在样本期内,深圳股市和香港、台湾股市之间均存在双向的波动溢出,而前期不同性质的信息冲击在市场间波动溢出过程中起着不同的作用[9]。楚尔鸣等通过 VECM-BEKK 一元 GARCH 模型对沪市 A, B 股市场的信息传导关系进行实证。研究发现,沪市 A, B 股市场在长期存在双向价格溢出效应,但短期仅有从 A 股市场到 B 股市场的单向价格溢出;沪市 A, B 股市场间存在非对称的波动溢出效应。由此证实了由 A 股市场向 B 股市场单向传导是沪市信息传导的主体路径[10]。孙少岩等为了对汇率时间序列的波动特征进行分析,选取了人民币正式加入 SDR 后共 353 日的美元兑人民币汇率中间价作为分析数据,应用 ARIMA-GARCH 复合模型进行了实证检验。结果表明,我国外汇市场的中间价波动存 ARCH 效应,且复合模型能够较好地拟合入篮后人民币汇率的波动规律[11]。黄飞雪等采用具有准确拓扑序列的亚超度量空间方法。通过全球最具代表性的 52 个股指的日数据,以 2008 年 9 月 15 日为金融危机前后的分界点进行实证,结果发现:金融危机爆发后,全球股市股指间地理区域聚集效应更加明显,各股指间的相关程度显著提高,其联动性更强;全球股指的动态稳定性在整体上是相对稳定的;在金融危机后,美国的股指影响力在降低,而中国在增强[12]。

综上所述,大量研究学者对波动溢出效应的研究主要是针对不同的经济主体和经济市场,或者不同产业之间,并且主要集中于金融市场。而以供给侧结构性改革为背景,对同一行业内,不同公司之间相互影响的关键特性以及运用 BEKK-GARCH 模型对其波动溢出效应的动态变化研究较少。在同一行业内,内部龙头企业发生的改变很可能会辐射到同一行业内的其他企业,并对其产生引导作用。因此本文基于我国煤炭行业 18 家主要上市公司 2004~2018 年财务指标,通过构建面板回归模型,从成长性、流动性、安全性和生产性发现影响收益的关键因素,并通过建立 BEKK-GARCH 模型挖掘收益性表现前 10 名的企

业在关键特性中波动溢出效应的动态变化。

### 3. 模型构建

#### 3.1. 变量选择与数据说明

##### (一) 变量指标

本文从成长性、流动性、安全性和生产性中发现影响收益性的关键因素。

收益性(SYX)是指公司可以为收益人带来收益的特性, 本文选用权益净利率代表 SYX。净利润是影响企业股价的重要因素之一, 以权益净利率对收益性进行衡量, 正好满足了企业股东财富最大化的要求和所有者权益所获报酬的水平。

成长性(CZX)是用来衡量企业发展速度, 本文选用净资产增长率代表 CZX。净资产增长率正是反映企业资本规模的扩张速度, 衡量企业总量规模变动和成长状况的重要指标。

流动性(LDX)是反映资产变现能力的指标, 本文选用流动比率代表 LDX。流动比率是对企业资产变现能力的衡量指标, 其比率越高, 说明其变现能力越强。

安全性(AQX)指工人工作时的安全条件及企业在事件发生时和发生后仍保持稳定性的能力, 本文选用固定资产投入比率[13]代表 AQX。煤炭行业进行资源开采或者运输等工作时, 需要用到大量的设备, 对各种设备安全性能要求较高, 因此煤炭行业应保持固定资产的适时投入与更新。用固定资产投入比率可以衡量固定资产的变化趋势, 衡量企业安全性。固定资产投入比率计算如下:

$$\text{固定资产投入比率} = \frac{\text{固定资产}}{\text{总资产}} \times 100\%$$

生产性(SCX)主要指企业整体生产过程、经营管理的效率, 不仅包括质量效益、经济效益, 还包括规模效益, 追求生产管理上的集聚高效性, 本文选用总资产周转率代表 SCX。煤炭行业属于总资产投入较高的行业, 其对整体生产过程、经营管理的效率有着巨大的影响, 而效率的提高往往能带动收入的增长。以总资产周转率对生产性进行衡量, 可以发现总资产与营业收入之间的变动情况, 以反映煤炭行业的生产经营效率。

“五性”内部之间存在着一定的关系。企业的生产效率越高、安全环境越好、成长速度越快、资产变现能力越强对企业的发展越有利。企业发展情况的好坏可以直观的用企业的收益来显示出来。因此, 可以将生产性、安全性、成长性、流动性作为自变量, 探索其对收益性的影响。

##### (二) 样本数据说明

为了实现我国煤炭行业主要上市公司关键特性的识别以及在关键特性方面各公司波动溢出效应的动态变化关系, 依据企业整体价值选取 18 家主要煤炭上市公司, 以各项财务指标数据作为研究样本, 时间区间为 2004~2018 年, 所有数据均来源于上市公司财务报表, 使用 Eviews8.0 和 WinRats 软件进行数据的处理和分析。

#### 3.2. 面板数据模型

面板回归数据模型是基于面板数据的回归模型。面板数据是指包含若干个截面个体成员在一段时期内的样本数据集合, 其每一个截面成员都具有很多观测值。本文建立的是基于横截面特定系数的面板数据模型, 即由  $N$  个截面成员方程组成的模型, 其目的是识别出影响企业收益性的关键特性。将收益性指标作为因变量  $Y$ , 成长性、流动性、安全性以及生产性作为自变量  $X_i$ 。因为各方面特征表现如何最终会归结到公司的收益表现上。

本文面板数据  $N$  (截面个数) 较大  $T$  (时期观测数) 较小, 而且截面个体不是从总体中随机抽取出来的, 因此建立固定效应的变截距的面板数据模型, 如下:

$$\begin{aligned} \text{SYX}_{it} &= \alpha_i + \beta_1 \text{CZX}_{it} + \beta_2 \text{LDX}_{it} + \beta_3 \text{AQX}_{it} + \beta_4 \text{SCX}_{it} + \varepsilon_{it} \\ i &= 1, 2, 3, \dots, 18; t = 2004, 2005, \dots, 2018 \end{aligned} \quad \textcircled{1}$$

模型①设定个体影响为固定效应, 即假定  $\alpha_i = \bar{\alpha} + a^*$ , 其中  $\bar{\alpha}$  表示均值截距项, 其在各个截面成员方程中都是相同的;  $a^*$  表示截面个体截距项, 其在各截面成员方程中是不同的, 表示偏离成员对均值的偏离。对于所有的截面个体成员, 它们对均值的偏离之和为零, 即  $\sum_{i=1}^N \alpha_i^* = 0$ 。本文考虑到随机误差项  $\varepsilon_{it}$  不严格服从相互独立、方差相同的假设, 使用截面加权(Cross-section Weights)的 GLS 估计。

### 3.3. BEKK-GARCH (1, 1)模型

一般来说, GARCH (1, 1)族模型均为简洁的单变量 GARCH 模型, 无法描述多个市场之间的风险传递, 即波动溢出效应。Bollerslev 等(1888) [14]考虑使用多变量 GARCH 模型以捕捉多个资产风险之间的横向传递特征。Engle 和 Kroner (1895) [15]提出了向量 GARCH 模型(GARCH-BEKK), 可以对市场之间的波动进行有效刻画。而且 GARCH-BEKK 模型容易满足正定性并含有较少的模型参数, 使得参数估计变得相对容易, 因此, 使用多变量 GARCH-BEKK 模型对多个市场之间的波动溢出效应进行检验[6]。

为了进一步发掘我国煤炭行业主要上市公司间在关键特性上波动溢出效应的动态变化关系, 发现信息的溢出方向、程度, 以及在波动溢出传导中起到信息先导作用的关键公司, 因而构建 BEKK-GARCH (1, 1)模型。

本文把样本数据以 2015 年 11 月 10 日为节点分为两个阶段进行考察。2004~2015 年为第一阶段, 主要考察供给侧结构性改革前主要公司间生产性的波动溢出方向及程度; 2004~2018 年为第二阶段, 考察供给侧结构性改革纳入样本范围后主要公司间生产性的波动溢出方向及程度。分别分析两阶段公司间的波动溢出效应的动态变化情况, 从中发掘波动溢出效应的表现特征。

## 4. 实证结果分析

### 4.1. 关键特性识别

#### (一) 描述性统计及相关检验

将收益性(SYX)、成长性(CZX)、流动性(LDX)、安全性(AQX)及生产性(SCX)五个指标进行 ADF 单位根检验, 发现五个指标的 ADF 值都小于 1%显著性水平的临界值, 说明五个指标均是平稳序列, 结果如表 1 所示。

Table 1. ADF unit root test for each indicator

表 1. 各指标 ADF 单位根检验

指标变量	符号表示	ADF 值	P 值	样本个数
收益性	SYX	67.7782	0.0011	252
成长性	CZX	126.885	0.0000	245
流动性	LDX	59.7933	0.0076	240
安全性	AQX	62.2668	0.0042	247
生产性	SCX	64.1699	0.0027	245

表 2 给出了我国煤炭行业 18 家主要上市公司五个指标序列的描述性统计。由表 2 可知: (1) SYX 的



标准差最大,说明18家公司收益性的波动是最大的,表现不稳定;(2)除收益性外,各指标的偏度均大于0,说明其分布具有不对称性,都具有厚尾性;(3)所有指标的峰度都显著大于3,具有尖峰性,说明在供给侧结构性改革过程中各个指标的表现都具有市场的反馈效应。

**Table 2.** Descriptive statistics of five indicator sequences of 18 major coal listed companies

**表 2.** 18 家主要煤炭上市公司五个指标序列的描述性统计

指标变量	SYX	CZX	LDX	AQX	SCX
Mean	-0.51	0.44	1.50	0.37	0.69
Median	0.09	0.09	1.00	0.35	0.56
Maximum	2.94	13.14	22.46	0.89	3.17
Minimum	-167.11	-2.61	0.07	0.02	0.06
Std. Dev.	10.18	1.74	1.88	0.16	0.46
Skewness	-16.32	5.63	6.55	0.52	1.81
Kurtosis	267.63	36.48	63.29	3.48	7.80

## (二) 面板模型实证结果

“五性”指标 ADF 检验结果表明均是平稳序列,可以直接构建模型。运用模型①进行估计,根据输出结果,固定效应变截距模型的估计结果如下:

$$\begin{aligned}
 SYX_{it} = & -0.7 + \alpha_i^* + 0.0594CZX_{it} + 0.006LDX_{it} + 0.0908AQX_{it} + 0.1832SCX_{it} \\
 & \quad \quad \quad (***) \quad \quad \quad (***) \quad \quad \quad \quad \quad \quad (***) \quad \quad \quad (1) \\
 & i = 1, 2, 3 \dots, 18; t = 2004, 2005, \dots, 2018
 \end{aligned}$$

注:\*\*\*代表1%显著性水平,\*\*代表5%显著性水平,\*代表10%显著性水平。

模型估计指标中, $R^2 = 0.23$ ,DW 统计量 = 2.004。结果(1)中各自变量系数与因变量关系的正负性符合实际意义。固定效应 $\alpha_i^*$ 结果如表3所示:

**Table 3.** Fixed effects of individual sections (partial data)

**表 3.** 各截面个体的固定效应(部分数据)

Fixed Effects (Cross):	
截面个体	固定效应
ZZMD-C	0.511686
LHKJ-C	0.712015
YTNY-C	0.562718
YZMY-C	0.670969
RHSY-C	0.589336

模型①的估计结果(1)可以看出,生产性(SCX)是影响收益性(SYX)的最主要影响因素,系数为0.185,即生产性每变化1单位,收益性增长0.185单位,该系数分别在1%显著性水平下显著。由模型估计结果得出:在供给侧结构性改革背景下,影响我国煤炭行业主要上市公司的收益性水平高低的关键特性是生产性。

常数项 C 的估计值为-0.6535, 它表示这 18 家上市公司收益水平的平均值。该值表现为负值, 说明经过四十多年的发展, 我国整个煤炭行业的经济绩效具有下行压力, 供给侧结构性改革有待释放更多改革动能。

Fixed Effects (Cross)是指每个截面公司的收益性表现相对于平均收益性表现(即常数项 C)的偏离, 反映了每个截面公司之间收益表现的结构差异。通过计算发现每个截面公司的收益性表现存在着显著差异。其中, 中国神华能源股份有限公司的收益性表现水平最高, 山西潞安环保能源开发股份有限公司次之, 收益性表现水平排名第三位的为山西兰花科技创业股份有限公司, 收益性水平表现均为正值。中国神华是一家以煤炭为基础的大型综合性公司, 是我国上市公司中最大的煤炭销售商, 拥有最大规模的煤炭储量, 其在 2017 年和中国国电集团公司合并重组成为国家煤炭集团, 改革任务艰巨, 实证结果也表明中国神华在样本范围煤炭公司中收益性表现最为突出。表 4 列出了收益性表现前 10 名的公司。

**Table 4.** Top 10 major coal listed companies with income levels

**表 4.** 收益水平前 10 名的主要煤炭上市公司

公司名称	符号标识	收益水平
中国神华能源股份有限公司	SHNY	0.0223
山西潞安环保能源开发股份有限公司	LANY	0.0142
山西兰花科技创业股份有限公司	LHKJ	0.0120
兖州煤业股份有限公司	YZMY	-0.0290
大同煤业股份有限公司	DTMY	-0.0309
安徽恒源煤电股份有限公司	HYMD	-0.0419
上海大屯能源股份有限公司	DTNY	-0.0669
贵州盘江精煤股份有限公司	PJJM	-0.0706
平顶山天安煤业股份有限公司	TAMY	-0.0864
阳泉煤业(集团)股份有限公司	YQMY	-0.0983

## 4.2. 波动溢出效应及特征分析

面板模型结果表明主要煤炭上市公司在供给侧结构性改革过程中要想实现较高的收益水平, 生产性是关键因素。本节分别从不同阶段考察收益性表现前 10 名的上市公司生产性的波动溢出方向及程度, 发现传导过程中存在的重要指导性公司。

### 4.2.1. 相关检验

#### (一) 平稳性检验

将前 10 名的公司生产性序列进行 ADF 单位根检验, 发现其原序列都是不平稳序列, 经过一次差分后 ADF 值都小于 1%显著性水平的临界值, 表现为平稳序列, 结果如表 5 所示。

#### (二) 残差序列的 ARCH 检验

为了分析方便, 对 10 家上市公司的生产性序列建立随机游走模型(见模型②), 然后检验该回归模型估计所得到的残差是否存在 ARCH 效应, 结果如表 6 所示。

$$D(SCX_{it}) = \alpha_i + \beta_i D(SCX_{i,t-1}) + u_i \quad (2)$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, 10; t = 2004, 2005, \dots, 2018$$

**Table 5.** ADF unit root test for productive sequences (partial data)  
**表 5.** 生产性序列的 ADF 单位根检验(部分数据)

公司名称	符号表示	ADF 值	P 值	平稳性
中国神华煤炭股份有限公司	SHNY	0.0976	0.6976	不平稳
	D (SHNY)	-3.0968	0.0051	平稳
山西潞安环保煤炭开发股份有限公司	LANY	-2.602	0.2863	不平稳
	D (LANY)	-4.2131	0.0005	平稳
山西兰花科技创业股份有限公司	LHKJ	-1.1038	0.2311	不平稳
	D (LHKJ)	-3.2854	0.0033	平稳
兖州煤业股份有限公司	YZMY	-0.1562	-0.612	不平稳
	D (YZMY)	-5.1169	0.0001	平稳
大同煤业股份有限公司	DTMY	-2.0552	0.2628	不平稳
	D (DTMY)	-2.0153	0.0470	平稳
安徽恒源煤电股份有限公司	HYMD	-2.5212	0.1366	不平稳
	D (HYMD)	-3.8149	0.0011	平稳

**Table 6.** ARCH-LM test of residuals (partial data)  
**表 6.** 残差的 ARCH-LM 检验(部分数据)

公司名称	符号表示	Obs * R <sup>2</sup>
中国神华煤炭股份有限公司	SHNY	2.5857 (0.1078*)
山西潞安环保煤炭开发股份有限公司	LANY	1.1566 (0.2822)
山西兰花科技创业股份有限公司	LHKJ	6.4186 (0.2676)
大同煤业股份有限公司	DTMY	3.4079 (0.0649*)
安徽恒源煤电股份有限公司	HYMD	5.0588 (0.0424**)
贵州盘江精煤股份有限公司	PJJM	3.2154 (0.0729*)

注：括号内数值为相对应的 P 值。

由表 6 可知，10 家上市公司中 SHNY、DTMY、HYMD、PJJM 生产性序列的残差平方 Obs\*R<sup>2</sup> 的伴随概率 P 均显著，故拒绝原假设，认为在 10 家公司生产性序列中存在异方差现象，即残差存在异方差的 ARCH 效应。

综上所述，采用 BEKK-GARCH 模型拟合收益性表现前 10 名的煤炭上市公司，生产性波动数据切实可行并且具有充分的理论根据。

#### 4.2.2. 波动溢出效应

##### (一) 第一阶段波动溢出效应

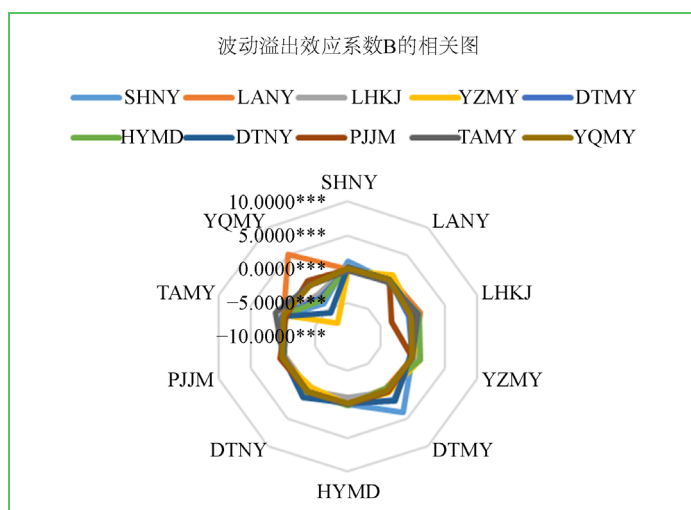
对收益性表现前 10 名的煤炭上市公司 2004~2015 年的生产性序列建立 BEKK-GARCH (1, 1)模型，各个参数的估计值如表 7 所示，公司间生产性波动溢出效应系数 B 的相关图如图 1 所示。



**Table 7.** Parameter estimation results of the first stage BEKK-GARCH (1, 1) model  
**表 7.** 第一阶段 BEKK-GARCH (1, 1)模型的参数估计结果

		参数矩阵									
A		0.252***	0.064***	-0.148***	0.113***	0.032***	-0.025***	0.016***	-0.167***	-0.008***	-0.373***
		0.012***	0.258***	-0.069***	0.061***	0.018***	-0.010***	0.013***	-0.095***	-0.008***	-0.159***
		0.006***	0.018***	0.186***	0.035***	0.010***	-0.005***	0.011***	-0.054***	-0.012***	-0.079***
		0.017***	0.044***	-0.098***	0.306***	0.030***	-0.015***	0.017***	-0.122***	-0.011***	-0.220***
		0.019***	0.044***	-0.094***	0.079***	0.245***	-0.017***	0.012***	-0.121***	-0.006***	-0.242***
		0.025***	0.055***	-0.124***	0.096***	0.028***	0.201***	0.012***	-0.144***	-0.006***	-0.326***
		0.013***	0.031***	-0.066***	0.056***	0.017***	-0.011***	0.233***	-0.087***	-0.005***	-0.163***
		0.009***	0.025***	-0.053***	0.046***	0.016***	-0.008***	0.012***	0.154***	-0.009***	-0.114***
		0.011***	0.027***	-0.054***	0.046***	0.014***	-0.009***	0.007***	-0.073***	0.220***	-0.138***
		0.007***	0.019***	-0.040***	0.035***	0.012***	-0.006***	0.007***	-0.054***	-0.004***	0.130***
B		1.140***	0.233***	0.797***	-0.029***	3.915***	0.038***	0.122***	-0.231***	-0.076***	-4.020***
		0.018***	0.682***	1.174***	0.165***	-0.474***	-0.049***	-0.235***	-0.245***	-0.010***	5.074***
		0.499***	0.237***	0.160***	0.891***	0.102***	-0.988***	-0.195***	-0.296***	0.013***	-2.377***
		-0.186***	1.204***	0.092***	1.156***	0.239***	0.027***	-0.713***	0.369***	0.044***	-7.536***
		0.196***	0.355***	-0.510***	0.002***	1.615***	0.024***	0.297***	0.074***	0.205***	-2.978***
		0.250***	-0.078***	1.030***	1.192***	-0.426***	0.281***	0.228***	0.186***	0.052***	-3.359***
		0.209***	0.354***	0.533***	-0.437***	1.866***	-0.198***	1.150***	0.037***	-0.275***	-5.583***
		-0.134***	0.367***	-3.168***	-0.072***	0.020***	0.015***	0.017***	0.509***	-0.469***	0.195***
		-0.238***	0.051***	0.845***	0.025***	-0.152***	-0.029***	0.070***	-0.101***	1.266***	-0.622***
		0.104***	0.499***	-0.199***	0.017***	-0.141***	-0.040***	0.128***	0.124***	-0.021***	-0.586***

注：\*\*\*、\*\*、\*分别表示在 1%、5%、10%的显著性水平下显著，下同。



**Figure 1.** Correlation diagram of inter-company productivity fluctuation effect coefficient B from 2004 to 2015

**图 1.** 2004~2015 年公司间生产性波动溢出效应系数 B 的相关图

由表 7、图 1 的参数估计结果可以得到以下结论：

第一，方差方程的残差矩阵 B 的对角元素均在 1%显著性水平下不等于 0，说明 BEKK-GARCH (1,1) 模型存在 GARCH 效应，10 家公司生产性的条件方差总体呈现相关性。

第二，系数 B 绝对值大于 0.1 看作相互之间存在较大的波动溢出效应。可以看出，任何一家公司受其他公司影响都较大，前三名依次是阳泉煤业股份有限公司、大同煤业股份有限公司、山西兰花科技创业股份有限公司，说明这些公司在生产性波动溢出效应中属于被动方，生产性表现不稳定易受其他煤炭类公司波动影响，即公司自身生产性还有很大的调整发展空间。

第三，在生产性波动溢出效应中属于主动方，即对其他公司可以产生较大的影响。兖州煤业股份有限公司、山西兰花科技创业股份有限公司、中国神华煤炭股份有限公司、山西潞安环保能源开发股份有限公司、大同煤业股份有限公司、安徽恒源煤电股份有限公司均表现出一定的主动性，说明这些公司生产性表现稳定，影响广泛，在波动溢出效应的信息传导中起到关键作用。

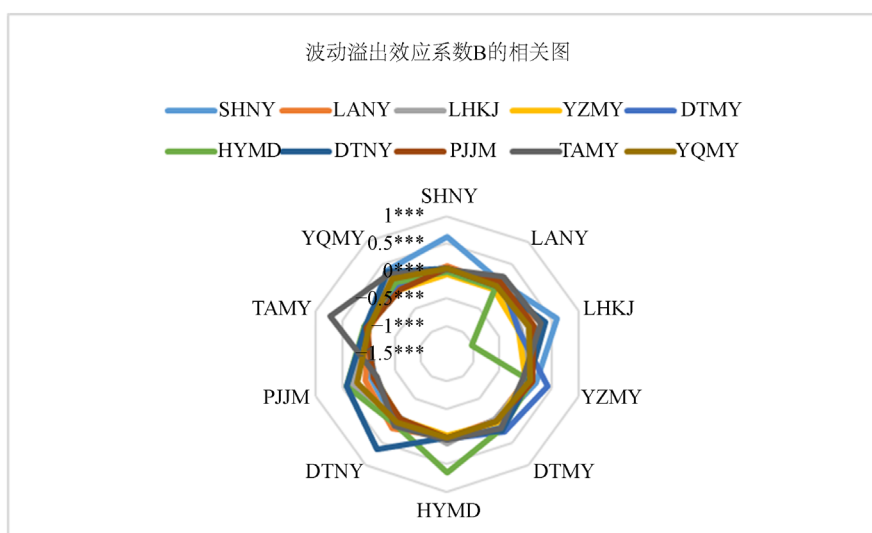
(二) 第二阶段波动溢出效应

对收益性表现前 10 名的煤炭上市公司 2004~2018 年的生产性序列建立 BEKK-GARCH (1, 1)模型，各个参数的估计值如表 8 所示，公司间生产性波动溢出效应系数 B 的相关图如图 2 所示。

Table 8. Parameter estimation results of the second stage BEKK-GARCH (1, 1) model

表 8. 第二阶段 BEKK-GARCH (1, 1)模型的参数估计结果

		参数矩阵									
A		0.2172***	-0.164***	-0.2912***	0.0754**	-0.2018***	0.01605***	-0.0005	0.10155***	0.02869***	0.0231
		0.0139***	0.20252***	0.22237***	-0.0325**	-0.0050	-0.0142***	0.05751***	-0.0414**	-0.0065*	0.0489**
		0.0149***	-0.0202***	0.38777***	-0.0086	-0.0024	-0.0168***	0.02658***	0.08005***	0.0036*	0.09382***
		-0.0029	0.0225	0.10969***	0.34084***	-0.0221*	0.01125***	-0.0148**	-0.074***	0.0051	0.0791***
		-0.0102***	0.0016	-0.0023	0.06473***	0.27237***	0.01716***	-0.0445***	0.0446**	0.0100**	-0.0085
		-0.0046	-0.0474***	-0.2472***	-0.0339	-0.1125***	0.23591***	0.0116	-0.0133	0.0091	-0.1279***
		0.0003	0.10755***	-0.0164	-0.0244*	0.01988***	0.0043**	0.23102***	0.0102	-0.0069**	-0.1395***
		0.0124***	-0.0046	0.08984***	0.03856***	0.04142***	-0.0148***	0.01473***	0.21063***	0.0026	0.09762***
		-0.0031*	0.0618***	0.11539***	-0.0431***	0.02775***	0.00733***	0.02247***	-0.0160	0.20908***	-0.13***
		0.0023***	-0.0184**	-0.0247**	0.02185***	0.0739***	-0.0031***	-0.0195***	0.03861***	0.00784***	0.21026***
B		0.6217***	0.1232***	0.59546***	0.18344***	0.06018***	0.04572***	0.08133***	-0.0628	0.04649***	0.3649***
		0.0842***	0.05479***	0.30493***	0.0183	-0.0144	0.0110	0.18076***	0.0631	-0.0179*	0.0386
		0.0399***	0.09806***	-0.0866***	0.04661***	-0.0338***	0.1225***	-0.0645***	0.33421***	-0.0161***	0.21321***
		-0.0587***	-0.0615***	-0.1446***	-0.0157	0.0355**	-0.0149**	-0.0283***	-0.1117***	0.0899***	-0.05***
		0.0225***	0.1771***	-0.13***	0.42443***	0.26057***	0.04899***	-0.0138	-0.1126**	0.09086***	0.0451
		-0.0034	-0.0236**	-1.0315***	0.10456***	0.17853***	0.65901***	0.08292***	0.41013***	0.07747***	0.0943
		0.0484***	0.0170	0.37877***	0.0601**	0.21265***	0.02077***	0.64553***	0.41933***	0.05802***	0.33868***
		0.0496***	0.13215***	0.14849***	0.13055***	0.0064	0.0178***	-0.0438***	-0.107***	0.04552***	-0.0459
		0.0351***	0.23797***	0.27382***	-0.0603***	0.16913***	0.0561***	0.11459***	-0.1638***	0.72965***	0.2908***
		0.0402***	0.02938***	0.0622***	0.07395***	0.0016	0.01069***	0.04601***	0.20654***	0.0007	0.1776***



**Figure 2.** Correlation diagram of inter-company productivity fluctuation effect coefficient B in 2004-2018

**图 2.** 2004~2018 年公司间生产性波动溢出效应系数 B 的相关图

由表 8、图 2 的参数估计结果可以得到以下结论：

第一，方差方程的协方差矩阵 A 和残差矩阵 B 的对角元素均在 1%或 5%或 10%显著性水平下不等于 0，说明 BEKK-GARCH (1, 1)模型存在 ARCH 效应和 GARCH 效应，10 家公司生产性的条件方差总体呈现相关性。

第二，系数绝对值大于 0.1 看作相互之间存在较大的波动溢出效应。在生产性波动溢出效应中属于被动方，即容易受其他公司较大影响，前三名依次为山西兰花科技创业股份有限公司、贵州盘江精煤股份有限公司、阳泉煤业股份有限公司，与第一阶段相比变化不大。但从数值上来看，较供给侧结构性改革之前，公司之间的波动溢出效应减弱。

第三，生产性波动溢出效应的主动方，即对其他公司可以产生较大的影响，中国神华能源股份有限公司、大同煤业股份有限公司、平顶山天安煤业股份有限公司表现较为突出，与第一阶段相比公司数量减少，产生波动溢出效应的公司更加集中在大型煤炭公司，说明综合型大型集团公司对其他煤炭类公司波动溢出效应显著。

第四，公司之间生产性的波动溢出效应表现出集聚性。一方面，产生波动溢出效应的主动方公司数量减少，更加集中于大型煤炭公司；另一方面，公司之间波动溢出效应的影响数值明显下降，程度减弱。一方面说明通过供给侧结构性改革，煤炭行业逐渐提高高质量、高效能、高环保的煤炭供给，我国煤炭行业实施关小厂、降能提效表现明显；另一方面说明提高自身公司的生产性水平，扩大经济效益、质量效益、规模效益以及集聚性对煤炭行业公司成功转型具有重要意义。

## 5. 结论

在我国实施供给侧结构性改革的背景下，采用 2004~2018 年我国煤炭行业主要上市公司的财务指标，从收益性(SYX)、成长性(CZX)、流动性(LDX)、安全性(AQX)、生产性(SCX)“五性”切入，通过建立面板回归模型研究影响收益性的关键特征、建立 BEKK-GARCH 模型研究收益性表现前 10 名公司在关键特征方面波动溢出效应的动态变化，对关键特征的识别和不同阶段生产性波动溢出效应进行实证分析，得到以下结论：

第一,在供给侧结构性改革背景下,影响我国煤炭行业主要上市公司的收益性水平高低的关键特性是生产性,即追求经济效益、质量效益、规模效益及集聚性。经过四十多年的发展,我国整个煤炭行业的发展具有下行压力,各截面个体的收益性表现存在着显著差异,供给侧结构性改革有待释放更多改革动能。

第二,煤炭行业实施供给侧结构性改革后,通过对比表7和表8残差矩阵B的对角参数大小可知,煤炭上市公司之间的波动溢出效应减弱。同时,产生波动溢出效应的主动方公司数量减少,更加集中于大型煤炭公司,但被动方变化不大,说明大部分煤炭公司仍需要积极适应改革,努力提高生产性,较好的利用改革手段释放经济效能,实现高收益水平。

第三,公司之间生产性波动溢出效应表现出集聚性。供给侧结构性改革实施后,产生波动溢出效应及公司高的收益水平更多的是大型煤炭公司,比如中国神华能源股份有限公司、大同煤业股份有限公司。说明我国实施供给侧结构性改革把煤炭行业看作改革重点的战略产生了政策效果。我国是煤炭大国,有很多学者认为到2020年煤炭能源依旧要占我国全国能源消费总量的50%以上,因此煤炭行业仍要持续积极实施供给侧结构性改革。

第四,大型综合性煤炭公司,比如神华能源、大同煤业等,是我国大部分煤炭公司改革发展的榜样型公司。在供给侧改革大环境下借鉴并创新出适合公司自身的生产经营发展方式,提高自身公司的生产性水平,扩大经济效益、质量效益、规模效益以及集聚性对煤炭行业公司成功转型实现可持续性发展具有重要意义。

综上所述,供给侧结构性改革缓解并改善了我国煤炭行业经济效益的发展,关小厂、降能提效等供给侧手段,通过提高企业生产性水平使得我国煤炭行业在经济转型过程中重新抓住了获得收益的关键点,特别是大型煤炭公司,比如中国神华、大同煤业股份有限公司等均具有指导借鉴意义。但我国煤炭行业是重要且复杂的行业,供给侧结构性改革发挥最大效能存在时滞性,需继续精准全面的实施供给侧结构性改革,抓住生产性关键特性,持续释放更多改革动能。

## 基金项目

本文系国家自然科学基金项目“基于数据挖掘的煤矿安全可视化管理模型及图元体系研究”(61471362)研究成果之一。

## 参考文献

- [1] 郭栋. 美国国债利率对中国债市宏观基本面冲击及两国利率联动时变效应研究——基于GVAR和TVP-VAR模型的实证分析[J]. 国际金融研究, 2019, 384(4): 55-65.
- [2] 冯其云, 周靖祥. 高铁时代广深双城及其与腹地城市联动关系识别的证据[J]. 重庆大学学报(社会科学版), 2017, 23(2): 15-29.
- [3] 杨文华, 卢露, 林树. P2P网贷利率与传统金融市场利率的联动效应研究——基于尾部风险溢出视角[J]. 金融经济研究, 2018, 33(5): 61-70.
- [4] 陈暮紫, 陈敏, 吴武清, 缪柏其. 中国A股市场行业板块间领滞关系的动态变化实证研究[J]. 系统工程理论与实践, 2009, 29(6): 18-31.
- [5] 蒋勇, 王国长, 吴武清. 股指期货的价格发现机制:基于结构变点分析框架[J]. 财经科学, 2014(6): 52-62.
- [6] 刘凤根, 周驭舰. 股票市场波动性特征及溢出效应经验研究[J]. 云南财经大学学报, 2018, 34(11): 47-58.
- [7] 谭小芬, 张峻晓, 郑辛如. 国际大宗商品市场与金融市场的双向溢出效应——基于BEKK-GARCH模型和溢出指数法的实证研究[J]. 中国软科学, 2018(8): 31-48.
- [8] 林征, 林雅娜, 黄晓玲. 黄金、美元、石油市场间溢出效应研究——基于3元BEKK-GARCH模型的实证分析[J]. 经济研究导刊, 2015(11): 186-189.

- 
- [9] 何红霞, 胡日东. 大中华区股市波动溢出效应实证研究——基于多元非对称 BEKK-GARCH 模型[J]. 重庆科技学院学报(社会科学版), 2011(10): 139-143.
- [10] 楚尔鸣, 鲁旭. 基于 VECM-BEKK-二元 GARCH 模型的沪市 A、B 股市场信息传导关系研究[J]. 经济评论, 2009(2): 50-56.
- [11] 孙少岩, 孙文轩. 加入 SDR 后人民币汇率波动规律研究——基于 ARIMA-GARCH 模型的实证分析[J]. 经济问题, 2018, 474(2): 42-47.
- [12] 黄飞雪, 谷静, 李延喜, 苏敬勤. 金融危机前后的全球主要股指联动与动态稳定性比较[J]. 系统工程理论与实践, 2010, 30(10): 1729-1740.
- [13] 谭海霞. 煤炭业安全经济贡献率测算及安全投入的社会分工[D]: [博士学位论文]. 重庆: 重庆大学, 2011.
- [14] Bollerslev, T., Engle, R.F. and Wooldridge, J.M. (1988) A Capital Asset Pricing Model with Time-Varying Covariances. *Journal of Political Economy*, **96**, 116-131. <https://doi.org/10.1086/261527>
- [15] Engle, R.F. and Kroner, K.F. (1985) Multivariate Simultaneous Generalized ARCH. *Econometric Theory*, **11**, 122-150. <https://doi.org/10.1017/S0266466600009063>