

引用格式: 钟美瑞, 宋婉婷. 战略性金属矿产价格冲击对行业产出的影响: 基于 TVP-FAVAR 模型的时变分析[J]. 资源科学, 2020, 42(8): 1580-1591. [Zhong M R, Song W T. Impact of strategic metal price shocks on industrial output: Time-varying analysis based on the TVP-FAVAR model[J]. Resources Science, 2020, 42(8): 1580-1591.] DOI: 10.18402/resci.2020.08.12

# 战略性金属矿产价格冲击对行业产出的影响

## ——基于 TVP-FAVAR 模型的时变分析

钟美瑞<sup>1,2</sup>, 宋婉婷<sup>1,2</sup>

(1. 中南大学商学院, 长沙 410083; 2. 中南大学金属资源战略研究院, 长沙 410083)

**摘要:** 本文基于产业安全视角, 采用 2006 年 8 月—2018 年 12 月的月度数据, 将影响战略性金属矿产价格波动的直接和间接因素同时融入统一的分析架构中, 并构建 TVP-FAVAR 实证分析模型, 提炼出反映战略性金属行业波动本质的综合因素, 全视角分析供给冲击、经济需求冲击、战略性金属特定需求冲击以及金融投机冲击导致的战略性金属矿产价格波动对战略性金属行业产出的影响及时变特征。结果显示: ①战略性金属矿产价格冲击的行业影响效应具有时变性, 在不同时间尺度与不同时间点, 其影响效应呈现异质性; ②供给冲击对战略性金属矿采选业产出的影响最大, 而经济需求冲击主要影响战略性金属冶炼及压延加工业产出; ③战略性金属矿产价格波动对中国战略性金属行业特别是战略性金属矿采选业产出产生显著抑制作用, 严重影响了中国战略性金属产业安全, 在当前中美贸易战背景下, 其负面影响更为显著。

**关键词:** 产业安全; 战略性金属矿产; 价格; TVP-FAVAR 模型

DOI: 10.18402/resci.2020.08.12

## 1 引言

为保障战略新兴产业发展、国防安全和国家经济安全, 中国将铁、铬、铜、铝、金、镍、钨、锡、钼、锑、钴、锂、稀土、锆等 14 种金属矿产列入战略性矿产目录。经济新常态以来, 中国确立了“立足国内、资源国际化经营”的国家矿产资源安全的新战略; 新时代中国调整了国家资源安全战略, 提出“充分利用国内国外两种资源、两个市场”的国家资源安全战略, 通过资源安全战略调整来缓解中国战略性金属矿产供给短缺瓶颈, 从而改善中国战略性金属矿产供给的稳定性、持续性和经济性<sup>[1]</sup>。从最近 10 多年的金属矿产资源统计分析可以看出: 中国主要战略性矿产对外依存度居高不下, 在这种高依存度下, 叠加战略性金属矿产市场的国际化和金融化趋势, 战略性金属矿产价格波动剧烈<sup>[2]</sup>。在价格传导机制

的作用下, 战略性金属矿产价格的波动和金融化将直接提升中国以战略性金属矿产为主要原材料产业的成本, 从而给中国战略性金属矿产行业产出造成重大冲击。不仅如此, 随着大国竞争的加剧, 各主要工业大国对战略性金属矿产需求的增加, 战略性金属矿产供给将会出现相对紧缺<sup>[3]</sup>, 战略性金属矿产市场供求不平衡矛盾也将导致战略性金属产业链上各相关企业陷入困境。此外, 中国主要战略性金属矿产需求在未来一段时间将陆续达到峰值, 导致中国战略性金属矿产的高对外依存格局在短期内难以得到改变。在此背景下, 考察国际战略性金属矿产价格波动对中国战略性金属矿产行业的影响, 这对有效应对战略性金属矿产价格冲击, 防范和化解战略性金属矿产价格波动风险, 维护中国战略性金属矿产行业产业安全具有重要意义。

收稿日期: 2020-02-21; 修订日期: 2020-08-15

基金项目: 国家自然科学基金重点项(71633006); 国家自然科学基金项目(71874207); 湖南省教育厅创新平台开放基金项目(17K103)。

作者简介: 钟美瑞, 男, 湖南郴州人, 副教授, 研究方向为资源经济与管理。E-mail: zmr726@163.com

通讯作者: 宋婉婷, 女, 湖南常德人, 博士研究生, 研究方向为资源经济与管理。E-mail: songwanting8972@163.com

2020年8月

由于中国经济发展对煤炭、石油等化石能源的高度依赖性,国内外很多学者将研究聚焦于煤炭、石油等战略性矿产价格波动产生的行业影响效应上。如Lee等<sup>[4]</sup>经过实证研究发现,原油作为最重要的行业原材料,其价格上涨会抬升其行业成本,从而对相关行业产生显著的负向影响;Jiménez-Rodríguez<sup>[5]</sup>进一步发现国际油价冲击对德国、法国等发达国家的相关行业存在较为显著的影响,对其他发展中国家的影响则不显著。由于不同行业在技术创新、消费结构等方面存在显著差异,许多学者发现煤炭、石油等战略性矿产价格冲击具有显著的行业差异性。刘建等<sup>[6]</sup>、金洪飞等<sup>[7]</sup>研究发现,原油价格冲击的影响主要集中在油气行业,对其他行业的影响则不显著;钱浩祺等<sup>[8]</sup>在细化产业链的基础上展开实证研究,发现国际原油价格波动对产业链上下游的影响机制具有显著差异性,其中上游产业表现为成本效应,而下游产业则为需求效应;谭小芬等<sup>[9]</sup>通过考虑供给、总需求和特定需求冲击3类结构性国际原油价格冲击效应,也得出了相似的结论。Tsai<sup>[10]</sup>则表示相比于能源密集度低的制造业,能源密集度高的制造业其股票回报率也更高;苏桂芳等<sup>[11]</sup>则构建GVAR实证模型,详细探讨了国际原材料价格冲击对于各个工业部门影响的差异性。

对于战略性金属矿产价格冲击的行业影响,也有少数学者作了探索性研究。谌金宇等<sup>[12]</sup>将战略性金属矿产价格冲击进行分解,分别考察中国金属矿产产业链各环节产出受到供给、预防性需求和经济需求3种冲击的影响效应,结果发现:前2种冲击推动的金属矿产价格上涨将抑制相关行业产出,而经济需求冲击推动的金属矿产价格上涨将提升相关行业的产出。Zhong等<sup>[13]</sup>实证研究发现:国际战略性金属矿产价格冲击对工业行业具有时变滞后效应,在中长期对工业PPI和就业具有显著的正向促进作用;而Zhou等<sup>[14]</sup>进一步发现金融投机冲击导致的期铜价格波动对工业行业产出与PPI在大多数时段为负,并且在国际金融危机以后,其抑制效应得到增强。

在现有学者研究的基础上,本文将依据并拓展Kilian<sup>[15]</sup>的研究框架,将战略性金属矿产价格波动划分为供给冲击、经济需求冲击、金融投机冲击及金

属矿产特定需求冲击,充分利用反映上述4种类型战略性金属矿产价格冲击的4类指标,具体包括全球战略性金属矿产产量、全球经济活动、投机行为以及战略性金属矿产价格在内的72个经济指标,将直接或间接影响战略性金属矿产行业的因素同时纳入一个统一的分析框架,构建时变参数因子增强向量自回归(TVP-FAVAR, Time Varying Parameter Factor Augmented Vector Autoregressive)模型,提炼出反映战略性金属矿产行业波动最为本质的系统性因素,全视角分析战略性金属矿产价格波动对战略性金属矿产采选业、冶炼及压延加工业产出的影响,并具体分析其时变特征,并从成本与需求角度厘清并验证传导机制和渠道,从而有针对性从细分行业角度提出有效应对战略性金属矿产价格波动不利冲击,维护产业安全的政策建议。

## 2 TVP-FAVAR模型构建

本文的目的在于考察战略性金属矿产价格波动在多大程度上影响中国战略性金属矿产产业安全,并捕捉其时变特征,因此需要提取反映战略性金属矿产价格波动的信息。由于战略性金属矿产价格波动由供需基本面决定,同时随着战略性金属矿产金融化趋势的增强,金融投机的作用越来越大,考虑除此之外的供需预期与库存调整的作用,本文参考Kilian<sup>[15]</sup>、尹力博等<sup>[16]</sup>的研究,将战略性金属矿产价格冲击分解为供给冲击、经济需求冲击、金融投机冲击、战略性金属矿产特定需求冲击4个成分。依据谌金宇等<sup>[12]</sup>对这4个成分的界定,供给冲击是指由产量变动而引起的价格波动,需求冲击是指由需求变动而引起的价格波动,特定需求冲击指通过供需预期或者库存调整而引发的价格波动,而金融投机冲击是指金融投机行为引起的价格波动。在此基础上,本文从全球金属产量、全球经济活动、投机行为、金属价格4个层面,使用因子增强向量自回归(FAVAR, Factor Augmented Vector Autoregressive)模型将各种反映金属价格波动的信息纳入统一框架,解决在标准VAR模型不能处理过多信息和局限于少数经济指标的缺陷。本文按照FAVAR建模思想,先分析大量适当的、有用的经济指标,通过影响因子分析思路提炼出影响战略性金属矿产行业最为重要的因素,进而构造出FAVAR计量

模型。在FAVAR模型中所选取的与战略性金属矿产价格波动相关的指标虽然不能单独反映作为某类冲击的度量,但是这些指标的线性组合则可以构造出包含绝大部分信息含量的少量指标。

根据Bernanke等<sup>[17]</sup>的研究,FAVAR模型的具体形式如下:

$$\begin{bmatrix} \mathbf{F}_t \\ \mathbf{Y}_t \end{bmatrix} = \mu + B(L) \begin{bmatrix} \mathbf{F}_{t-1} \\ \mathbf{Y}_{t-1} \end{bmatrix} + v_t \quad (1)$$

式中: $\mathbf{F}_t$ 、 $\mathbf{Y}_t$ 分别代表不可观测和可观测的经济指标向量, $t$ 表示期数; $B(L)$ 表示为 $p$ 阶滞后多项式; $v_t \sim N(0, \Sigma)$ 是均值为零、协方差矩阵为 $\Sigma$ 的随机误差项。为了处理不可观察指标的估计问题,依据Bernanke等<sup>[17]</sup>假定 $\mathbf{F}_t$ 和 $\mathbf{Y}_t$ 共同引起了 $\mathbf{X}_t$ 的变化,即满足:

$$\mathbf{X}_t = \mathbf{A}^f \mathbf{F}_t + \mathbf{A}^y \mathbf{Y}_t + \varepsilon_t \quad (2)$$

式中: $\mathbf{A}^f$ 和 $\mathbf{A}^y$ 分别代表因子载荷矩阵; $\varepsilon_t$ 为随机误差项。根据式(2)来估计经济指标向量 $\mathbf{F}_t$ ,然后将经济指标向量 $\mathbf{F}_t$ 代入式(1)进行计量分析。

对于 $\mathbf{F}_t$ 的估计Bernanke等<sup>[17]</sup>使用了两步法。第一步将序列变量 $\mathbf{X}_t$ 划分为可观测和不可观测两类,可观测变量直接代入模型,不可观测变量,则进行主成分分析得出信息集合 $\mathbf{F}'_t$ 。然后,对总体集合 $\mathbf{X}_t$ 同样进行也做主成分分析处理,记为 $\mathbf{C}_t = (\mathbf{F}_t, \mathbf{Y}_t)$ ,并提取前面 $K+M$ 个主成分构成新的信息集合 $\mathbf{C}'_t$ 。形成(3)式:

$$\mathbf{C}'_t = b^f \mathbf{F}'_t + b^y \mathbf{Y}_t + \varepsilon_t \quad (3)$$

由方程(3)可得到不可观测经济指标向量 $\mathbf{F}_t$ 的估计值 $\mathbf{C}'_t - b^y \mathbf{Y}_t$ 。

第二步将 $\mathbf{F}_t$ 的估计值和 $\mathbf{Y}_t$ 带入式(1)得到

$$\Gamma(L) \begin{bmatrix} \mathbf{F}_t \\ \mathbf{Y}_t \end{bmatrix} = u_t \quad (4)$$

式中: $\Gamma(L)$ 为 $p$ 阶滞后多项式; $u_t$ 为随机误差项。

在通过FAVAR模型提取公因子的基础上,为考察战略性金属矿产价格波动对中国战略性金属矿产行业的时变性影响,本文进一步构建TVP-FAVAR模型,在这个模型中,通过允许参数时变,以捕捉战略性金属矿产价格波动对中国战略性金属矿产行业影响的时变效应。

依据Primiceri等<sup>[18]</sup>、Omori等<sup>[19]</sup>、谭小芬等<sup>[20]</sup>文献,本文将时间因素纳入FAVAR模型,从而得到

TVP-FAVAR模型。

$$\mathbf{Y}_t = \mathbf{F}_t \boldsymbol{\beta}_t + \mathbf{A}_t^{-1} \sum \varepsilon_t \quad (5)$$

等式(5)是TVP-SVAR-SV模型的观测方程。 $\mathbf{A}$ 是一个下三角矩阵,对角元素为1; $\sum = \sigma_{1t}, \dots, \sigma_{kt}$ ,定义 $\boldsymbol{\beta}_t$ 是由 $\beta_{1t}, \dots, \beta_{st}$ 堆积而成的行向量; $\boldsymbol{\alpha}_t = (\alpha_{1t}, \dots, \alpha_{qt})'$ 为 $\mathbf{A}_t$ 的堆积行向量。依据Jebabli等<sup>[21]</sup>的研究,参数应该遵循如下的随机游走过程:

$$\begin{cases} \beta_{t+1} = \beta_t + \mu_{\beta t} \\ \alpha_{t+1} = \alpha_t + \mu_{\alpha t} \\ h_{t+1} = h_t + \mu_{h t} \end{cases} \quad (6)$$

有: $h_t = (h_{1t}, h_{2t}, h_{3t}, h_{4t}, h_{5t}, h_{6t})'$ 并且 $h_{jt} = \log \sigma_{jt}^2$ ,  $t=s+1, \dots, n$ 。

$$\begin{aligned} \beta_{s+1} &\sim N(\mu_{\beta_0}, \sum_{\beta_0}) \\ \alpha_{s+1} &\sim N(\mu_{\alpha_0}, \sum_{\alpha_0}) \\ h_{s+1} &\sim N(\mu_{h_0}, \sum_{h_0}) \end{aligned} \quad (7)$$

模型的方差系数矩阵为块对角矩阵:

$$\begin{pmatrix} \varepsilon_t \\ \mu_{\beta t} \\ u_{\alpha t} \\ u_{h t} \end{pmatrix} \sim N \left( 0, \begin{pmatrix} \mathbf{I} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \sum_{\beta} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \sum_{\alpha} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \sum_h \end{pmatrix} \right) \quad (8)$$

式中: $\mathbf{I}$ 为单位矩阵; $\sum_{\beta}$ 、 $\sum_{\alpha}$ 和 $\sum_h$ 被假定为正定矩阵。依据Nakajima等<sup>[22]</sup>的研究,基于贝叶斯框架来估计模型相关参数,并采用马尔科夫蒙特卡洛算法(MCMC)进行估计。

### 3 变量选取及数据处理

依据Kilian<sup>[15]</sup>、Chen等<sup>[23]</sup>、Chen等<sup>[24]</sup>、程慧等<sup>[25]</sup>、成金华等<sup>[26]</sup>的研究,本文从战略性金属矿产产量、经济活动、投机行为以及战略性金属矿产价格4个层面筛选指标以构建TVP-FAVAR模型,以分别反映供给冲击、经济需求冲击、金融投机冲击、战略性金属矿产特定需求冲击(表1)。对于有色金属行业,本文选取战略性金属矿采选业以及冶炼及压延加工业两个子行业,同时选取2个行业的工业增加值作为替代变量。由于战略性金属矿产产量数据的起始时间为2006年8月,因此本文的样本区间为2006年8月—2018年12月,数据来源于万德数据库。

依据尹力博等<sup>[16]</sup>,在原始数据的基础上,根据模型的要求本文通过一定统计方法将所有数据统一为月度数据;对于工业增加值等变量,由于缺失第

表1 四种结构性冲击指标

Table 1 Four types of structural shock indicators

结构性冲击	指标	参考文献
供给冲击 (15个指标)	矿铜产量、精炼铜产量、粗铜产量、精铝产量、矿铅产量、精炼铝产量、矿锌产量、锌锭产量、矿镍产量、精炼镍产量、矿锡产量、精炼锡产量、矿铂产量、矿金产量、矿银产量	Kilian <sup>[15]</sup> 、Chen等 <sup>[23]</sup> 、Chen等 <sup>[24]</sup> 、成金华等 <sup>[26]</sup>
需求冲击 (20个指标)	G7工业生产指数、OECD工业生产指数、欧洲工业生产指数、欧盟工业生产指数、欧元区工业生产指数、美国工业生产指数、英国工业生产指数、法国工业生产指数、德国工业生产指数、意大利工业生产指数、加拿大工业生产指数、韩国工业生产指数、印度工业生产指数、俄罗斯工业生产指数、土耳其工业生产指数、墨西哥工业生产指数、巴西工业生产指数、阿根廷工业生产指数、日本工业生产指数、中国工业增加值增速	成金华等 <sup>[3]</sup> 、Kilian <sup>[15]</sup> 、Chen等 <sup>[23]</sup> 、Chen等 <sup>[24]</sup>
金融投机冲击 (27个指标)	黄金非商业多头持仓数量、黄金非商业空头持仓数量、黄金非商业套利持仓数量、黄金非商业多头持仓数量占比、黄金非商业多头持仓交易者数量、黄金非商业空头持仓数量占比、黄金非商业空头持仓交易者数量、黄金非商业套利持仓数量占比、黄金非商业套利持仓交易者数量、银非商业多头持仓数量、银非商业空头持仓数量、银非商业套利持仓数量、银非商业多头持仓数量占比、银非商业多头持仓交易者数量、银非商业空头持仓数量占比、银非商业空头持仓交易者数量、银非商业套利持仓数量占比、银非商业套利持仓交易者数量、铜非商业多头持仓数量、铜非商业空头持仓数量、铜非商业套利持仓数量、铜非商业多头持仓数量占比、铜非商业多头持仓交易者数量、铜非商业空头持仓数量占比、铜非商业空头持仓交易者数量、铜非商业套利持仓数量占比、铜非商业套利持仓交易者数量	Chen等 <sup>[23]</sup> 、Chen等 <sup>[24]</sup> 、程慧等 <sup>[25]</sup> 、成金华等 <sup>[26]</sup>
特定需求冲击 (10个指标)	LME铜价、COMEX铜价、LME铝价、LME锌价、LME铅价、LME镍价、LME锡价、COMEX黄金价格、COMEX银价、LME基本金属指数	Chen等 <sup>[23]</sup> 、程慧等 <sup>[25]</sup> 、成金华等 <sup>[26]</sup>

一个月的数据,本文采用插值法增补个别缺漏数据。在此基础上,为了将变量统一到同一单位以及消除变量异方差,对一些变量采用自然对数进行处理,并对所有变量采用ADF检验方法展开单位根检验,同时对变量间进行相关性分析,以确保各个变量指标的平稳性与有效性。

## 4 结果与分析

### 4.1 公因子提取结果

将全球战略性金属矿产产量、全球经济活动、投机行为及战略性金属矿产价格4个层面的指标集成进行主成分分析(表2),通过对主因素的比较,判别其解释力度,同时考虑模型的稳定性和简洁性,本文选取前4个主因素作为战略性金属矿产价格冲击的代理变量,这4个主因素的累计特征值为38.6798,累计解释比例达到53.72%,符合模型要求。

针对4个主因素主成分分析结果,在信息集内

所有变量展开OLS回归,从而挖掘各主因素经济内涵。对各主因素,选取拟合优度最高前10个指标作为该主成分因素的经济意义解释(表3)。结果表明,因素1主要反映全球战略性金属矿产产量,代表供给冲击;因素2主要反映全球经济活动,代表经济需求冲击;因素3与战略性金属矿产价格相关,代表战略性金属矿产特定需求冲击;因素4为投机行为指标,代表投机冲击。

### 4.2 模型参数估计结果

在构建战略性金属矿产价格波动的TVP-FAVAR模型中,各个结构性冲击对中国战略性金属矿产采选业、冶炼及压延加工业产出的时变影响之前,需要确定模型最优滞后阶数。依据AIC、SC等信息准则,本文构建滞后2阶模型,对检验模型的相关参数进行MCMC抽样,进而进行模拟分析,获得各模型参数的模拟估计(表4)。表4结果表明相关参数

表2 4个主因素主成分分析结果

Table 2 Principal component analysis results of four main factors

成分	特征值	相应特征值与后一项的差	解释比例/%	累积特征值	累积解释比例/%
$F_1$	18.7199	9.5132	26.00	18.7199	26.00
$F_2$	9.2068	3.3967	12.79	27.9267	38.79
$F_3$	5.8100	0.8670	8.07	33.7367	46.86
$F_4$	4.9431	1.6926	6.87	38.6798	53.72

表3 所提取主因素的前10个主要指标及 $R^2$ 值Table 3 Top 10 main indicators and  $R^2$  values of the extracted main factors

$F_1$	$R^2$ 值	$F_2$	$R^2$ 值
全球金矿产量	0.9181	金属价格指数	0.5785
全球精炼铜产量	0.8961	OECD工业生产指数	0.5480
土耳其工业生产指数	0.8910	LME铜价格	0.5223
铜空头持仓数量	0.7832	欧洲工业生产指数	0.5195
铜多头交易者数量	0.7691	COMEX铜价格	0.5070
铜多头持仓数量	0.7633	LME铝价格	0.4774
全球精炼铅产量	0.7500	G7工业生产指数	0.4593
全球粗铜产量	0.7429	欧元区工业生产指数	0.4397
铜套利交易者数量	0.7410	欧盟工业生产指数	0.4393
全球锌锭产量	0.7319	德国工业生产指数	0.3728
$F_3$	$R^2$ 值	$F_4$	$R^2$ 值
LME锌价格	0.2911	黄金多头交易者数量	0.6561
金属价格指数	0.2587	黄金套利交易者数量	0.5961
国际银价	0.2354	白银多头交易者数量	0.5362
LME镍价格	0.2184	铜空头交易者数量	0.4646
COMEX铜价格	0.2118	墨西哥工业生产指数	0.1909
LME铜价格	0.2102	巴西工业生产指数	0.1622
欧洲工业生产指数	0.2049	G7工业生产指数	0.1556
欧盟工业生产指数	0.2013	铜套利持仓数量	0.1439
黄金多头持仓占比	0.1951	白银套利交易者数量	0.1385
欧元区工业生产指数	0.1840	美国工业生产指数	0.1295

表4 模型参数估计结果

Table 4 Model parameter estimation results

参数	均值	标准差	95%下限	95%上限	Geweke	无效因子
( $F_1, F_2, F_3, F_4, MDIO$ )						
$(\sum \beta)_1$	0.0227	0.0025	0.0184	0.0282	0.3940	8.9900
$(\sum \beta)_2$	0.0225	0.0025	0.0183	0.0280	0.5530	8.4700
$(\sum \alpha)_1$	0.0856	0.0296	0.0448	0.1553	0.2910	63.0000
$(\sum \alpha)_2$	0.0819	0.0285	0.0431	0.1536	0.4110	40.3400
$(\sum h)_1$	0.2307	0.0994	0.0826	0.4458	0.1120	125.9800
$(\sum h)_2$	0.3005	0.1075	0.1331	0.5631	0.7390	78.8300
( $F_1, F_2, F_3, F_4, SRPIO$ )						
$(\sum \beta)_1$	0.0224	0.0026	0.0180	0.0282	0.8430	9.3600
$(\sum \beta)_2$	0.0223	0.0024	0.0182	0.0277	0.2850	6.9100
$(\sum \alpha)_1$	0.0924	0.0360	0.0478	0.1845	0.2700	49.9100
$(\sum \alpha)_2$	0.0808	0.0278	0.0422	0.1522	0.4440	68.5100
$(\sum h)_1$	0.2144	0.1027	0.0732	0.4922	0.9980	93.2800
$(\sum h)_2$	0.2848	0.1074	0.1196	0.5234	0.7190	89.2800

注： $F_1, F_2, F_3$ 及 $F_4$ 分别代表提供的4个公因子，表征供给冲击、经济需求冲击、战略性金属特定需求冲击及金融投机冲击； $MDIO, SRPIO$ 分别代表战略性金属矿采选业产出与战略性金属冶炼及压延加工业产出。

2020年8月

后验分布的均值处于95%置信区间范围内。Geweke收敛诊断值在5%显著性水平的临界值范围内。所以,检验不能拒绝后验分布收敛的原假设。此外,结果显示所选参数的无效因子均很小,表明本文使用MCMC算法获得的参数估计结果是有效的<sup>[27-29]</sup>。

### 4.3 不同时间尺度下战略性金属矿产价格冲击对战略性金属行业的影响

图1显示了中国战略性金属矿采选业产出对4个公因子所代表的供给冲击、经济需求冲击、战略性金属矿产特定需求冲击及金融投机冲击的时变脉冲响应轨迹,选取的滞后期数分别为1、6以及12期,分别代表短期、中期、长期3个时间尺度。如图所示,这些结构性冲击对战略性金属矿采选业产出的影响随着时间变化而变化,并且在长期、中期以及短期等不同时间尺度上,影响效应呈现差异性。就结构性冲击对战略性金属矿采选业产出的影响程度而言,短期最为显著,中期次之,长期影响较小。

供给冲击带来的战略性金属矿产价格波动对产出的影响在样本期内全为负,显示供给冲击对中国战略性金属矿采选业产出具有抑制作用,这符合理论预期。供给冲击是由产量变化所引起的战略性金属矿产价格波动,当产量下降,作为原材料的

战略性金属矿产价格上升时,会导致战略性金属矿产行业成本上涨,而成本上涨会压缩行业企业的利润空间,阻碍企业扩大生产,造成产出下降<sup>[30]</sup>。这个结论也从侧面反映供给冲击带来的战略性金属矿产价格波动对中国战略性金属矿产产业安全带来严重负面影响。

战略性金属矿采选业产出对经济需求冲击的响应在除2009年短暂为正外,其余时段全为负。在2009年短暂为正主要受益于国家为应对国际金融危机而出台的一系列经济刺激计划,有效拉动了需求,但总体而言,中国仍处于工业化中后期,主要依赖投资与出口,市场机制发展不完善,市场内需不足,导致经济需求冲击对产出的拉动作用没有发挥。

至于战略性金属矿产特定需求冲击对战略性金属矿采选业产出的影响,在短期内以负向为主,在中长期则全为正。特定需求冲击主要是由供需预期、库存变动等引起的价格冲击<sup>[12]</sup>,主要也是通过成本渠道对行业产出产生影响,这个结果表明,特定需求冲击只在短期才发挥抑制作用,中长期抑制作用则不显著。

对于给定一个金融投机冲击,战略性金属矿采选业产出的响应在2013年前为正,之后则转为负向影响。随着有色金属金融化趋势的增强,金融投机行为会通过抬高战略性金属矿产价格,提升战略性

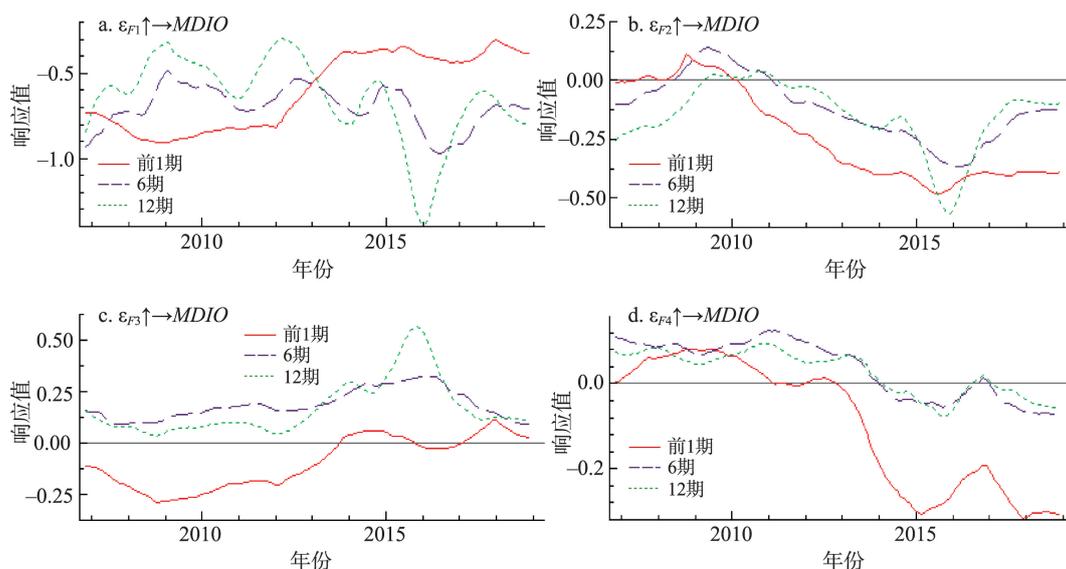


图1 战略性金属矿采选业产出对战略性金属矿产价格冲击的时变脉冲响应

Figure 1 Time-varying impulse responses of the output of strategic metal mining and dressing industry to the price shocks of strategic metal minerals

金属矿采选业成本而抑制行业产出<sup>[31]</sup>。本文结果显示,这种抑制效应在2013年以后才显现。

图2显示了中国战略性金属冶炼及压延加工业产出对4个公因子所代表的供给、经济需求、战略性金属矿产特定需求和金融投机等4种结构性冲击的等间隔脉冲响应轨迹。如图所示,这些结构性冲击对战略性金属冶炼及压延加工业产出的影响随着时间变化而变化,并且在不同时间尺度上,影响效应呈现差异性,就影响程度而言,短期最为显著,中期次之,长期影响较小。

供给冲击带来的战略性金属矿产价格波动在短期尺度的2013—2016年对产出的影响短暂为正,这主要是由于这一时期价格处于下行阶段,加之中国市场传导粘滞,导致了这一现象。但在样本其余时段则全为负,显示供给冲击对中国战略性金属冶炼及压延加工业产出以抑制作用为主,对战略性金属矿产产业安全带来负面影响。

战略性金属冶炼及压延加工业产出对经济需求冲击的响应在国际金融危机前为正,主要是由于这一时期中国处于快速工业化时期,对战略性金属原材料及产品的需求强劲,从而拉动了战略性金属冶炼及压延加工业产出;但在其余时段为负,显示总体需求仍不足,导致经济需求冲击对产出的拉动作用并不显著。

至于战略性金属矿产特定需求冲击对战略性金属冶炼及压延加工业产出的影响,在样本期内全为正,并且正向影响呈现增强趋势;对于给定一个金融投机冲击,战略性金属冶炼及压延加工业产出的响应除在2018年为负外,其余为正向影响。这个结果表明金融投机冲击与特定需求冲击的抑制作用并没有发挥,这与前文对战略性金属矿采选业产出的结论相反,这主要是战略性金属矿采选业处于产业链前端,对金融投机冲击与特定需求冲击的影响较为敏感,而战略性金属冶炼及压延加工业位于产业链中上游,由于中国产业链存在一定的价格管制,价格传导机制具有粘滞性,导致金融投机冲击与特定需求冲击通过成本效应的传导不能顺畅传导至战略性金属冶炼及压延加工业,使得供需预期以及金融投机等引起的价格波动对其产生的抑制作用并没有发挥。

#### 4.4 不同时间点下战略性金属矿产价格冲击对战略性金属行业的影响

本文接下来分析不同时间点战略性金属矿采选业、冶炼及压延加工业产出对其价格冲击的脉冲响应。本文在样本中选择2008年9月、2011年8月及2018年6月这3个时点进行分析,2008年9月、2011年8月以及2018年6月3个时期分别对应国际金融危机时期、欧债危机时期以及中美贸易战

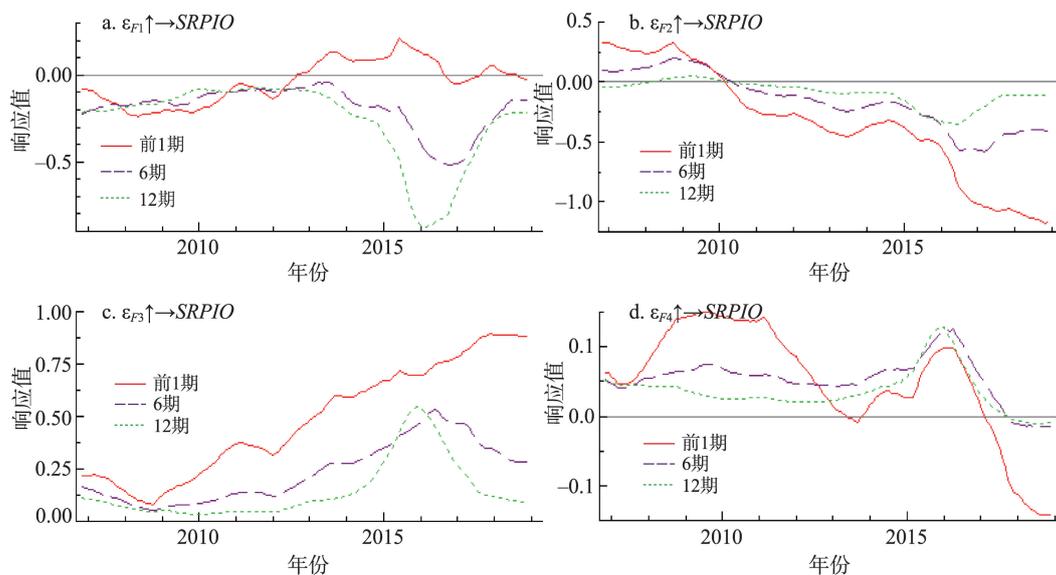


图2 战略性金属冶炼及压延加工业产出对战略性金属矿产价格冲击的时变脉冲响应

Figure 2 Time-varying impulse responses of output of strategic metal smelting and rolling processing industry to the price shocks of strategic metal minerals

2020年8月

时期。

图3显示了战略性金属矿采选业产出在不同时点对战略性金属矿产价格冲击的脉冲响应。结果显示,各个冲击在不同时点对战略性金属矿采选业产出的影响具有差异性。供给冲击带来的战略性金属矿产价格波动对产出的影响在3个时点都为负;战略性金属矿采选业产出对经济需求冲击的响应在欧债危机时期以及中美贸易战时期以负向为主,而在国际金融危机时期,响应在前7期为正,之后则转为负;战略性金属矿采选业产出对战略性金属矿产特定需求冲击的初始响应在国际金融危机与欧债危机时期为负,在中美贸易战时期则为正,

但从第1期开始,所有的响应都是大于零的,并在第2期达到最大值,之后的响应值逐渐达到收敛;至于战略性金属矿采选业产出对金融投机冲击的响应,在国际金融危机与欧债危机2个时期,响应以正向为主,而在中美贸易战时期,响应为负。

图4显示了战略性金属冶炼及压延加工业产出在不同时点对战略性金属矿产价格冲击的脉冲响应。结果显示,各个冲击在不同时点对战略性金属冶炼及压延加工业产出的影响具有差异性。供给冲击带来的战略性金属矿产价格波动对产出的影响在3个时点都为负;战略性金属冶炼及压延加工业产出对经济需求冲击的响应在欧债危机时期以

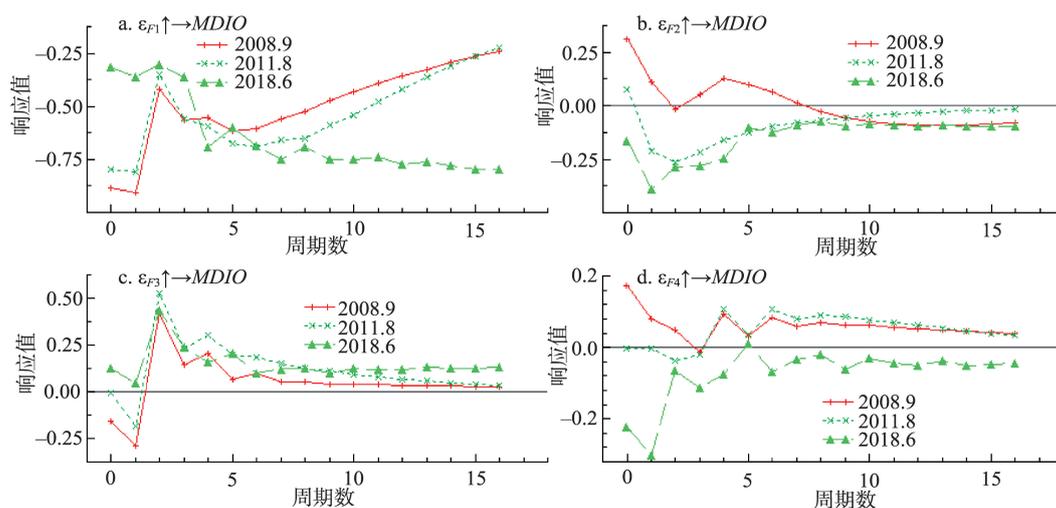


图3 不同时间点战略性金属矿产价格冲击对战略性金属矿采选业产出的影响

Figure 3 Impact of the price shocks of strategic metal minerals on the output of strategic metal mining and dressing industry at different time points

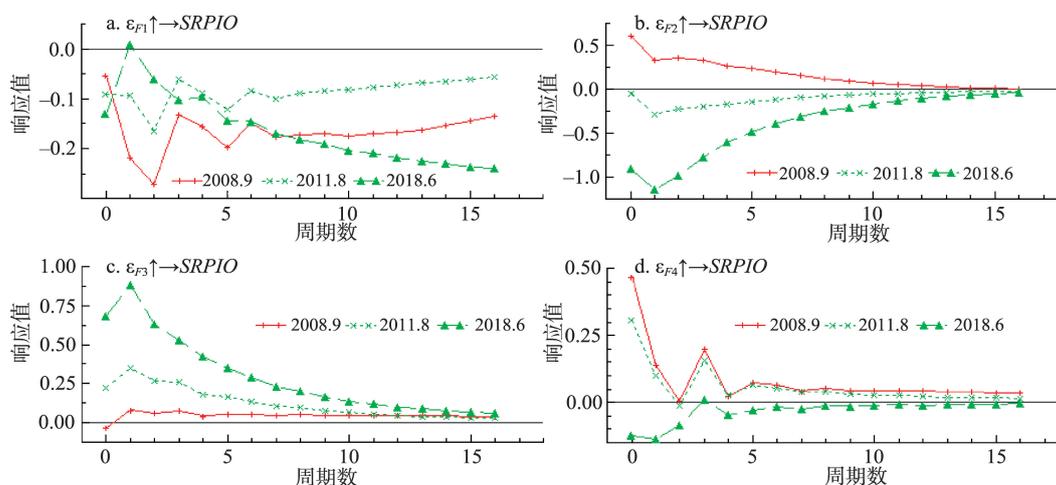


图4 不同时间点战略性金属矿产价格冲击对战略性金属冶炼及压延加工业产出的影响

Figure 4 Impact of strategic metal mineral price shocks on the output of strategic metal smelting and rolling processing industry at different time points

及中美贸易战时期以负向为主,而在国际金融危机时期,响应为正;战略性金属冶炼及压延加工业产出对战略性金属矿产特定需求冲击的响应在3个时期以正向为主;至于战略性金属矿冶炼及压延加工业产出对金融投机冲击的响应,在国际金融危机与欧债危机2个时期,响应以正向为主,而在中美贸易战时期,响应为负。

#### 4.5 战略性金属矿产价格冲击对战略性金属行业影响的传导路径检验

为了量化不同类型战略性金属矿产价格冲击对中国战略性金属矿产行业影响的相对重要性及传导路径,本文采用方差分解进行进一步分析。表5分别显示了各个冲击对战略性金属矿采选业及冶炼及压延加工业的预测方差分解贡献度,分解期数分别为1期、6期及12期。在第12期实现稳定时,战略性金属采选业产出的15.3628%、1.7278%、6.2489%及0.1125%可以分别由供给、经济需求、战略性金属矿产特定需求和金融投机等4种冲击来解释,显示供给冲击对战略性金属矿采选业产出的预测方差贡献度最大,战略性金属矿产特定需求冲击与经济需求冲击的影响次之,而金融投机冲击的解释力最小。对于战略性金属冶炼及压延加工业产出,在第12期稳定时,战略性金属冶炼及压延加工业产出的2.2578%、6.4372%、2.2867%及0.5118%可以分别由供给、经济需求、战略性金属矿产特定需求和金融投机等4种冲击来解释,显示经济需求冲击对战略性金属冶炼及压延加工业产出的预测方差贡献度最大,战略性金属矿产特定需求冲击与供给冲击的影响次之,而金融投机冲击的解释力最小。

依据湛金宇等<sup>[12]</sup>的研究,供给冲击、金属特定需

求冲击与金融投机冲击主要通过成本路径对战略性金属矿产行业产生影响,而经济需求冲击主要通过需求路径对战略性金属矿产行业产生影响。依据不同行业的产品特点以及在产业链中的位置,本文将战略性金属矿产产业链划分为两类:上游为战略性金属矿采选业,下游为战略性金属冶炼及压延加工业。通过计算加总,得到由供给、战略性金属矿产特定需求和金融投机等3种冲击对战略性金属矿采选业产出的影响贡献率为21.7242%,对战略性金属冶炼及压延加工业产出的影响贡献率为5.0563%,而经济需求冲击对战略性金属矿采选业产出和冶炼及压延加工业产出的影响贡献率分别为1.7278%和6.4372%,表明供给、战略性金属矿产特定需求与金融投机冲击通过成本路径沿着产业链上游向下游顺向传导,冲击效应逐渐减弱,而经济需求冲击通过需求路径沿着产业链下游向上游逆向传导,同样冲击效应逐渐减弱。

## 5 结论与政策建议

### 5.1 结论

本文将直接或间接影响战略性金属矿产价格波动的因素同时纳入一个统一的分析框架,构建TVP-FAVAR模型,提炼出反映战略性金属矿产行业波动本质的综合因素,全视角分析供给冲击、经济需求冲击、战略性金属矿产特定需求冲击以及金融投机冲击导致的战略性金属矿产价格波动对国内战略性金属矿采选业及战略性金属冶炼及压延加工业产出的影响及时变特征,并从成本渠道与需求渠道分析战略性金属矿产价格冲击对战略性金属行业影响的传导路径。得出主要结论如下:

(1) 战略性金属矿产价格冲击对战略性金属矿采选业、冶炼及压延加工业产出的影响效应具有时

表5 战略性金属价格冲击对战略性金属行业产出的预测方差贡献度

Table 5 Contribution of strategic metal price shocks to the forecast variance of strategic metal industry output

(%)

		$F_1$	$F_2$	$F_3$	$F_4$
战略性金属矿采选业	1期后	0.9649	0.9483	0.0013	0.0206
	6期后	4.9907	1.6149	4.5906	0.1088
	12期后	15.3628	1.7278	6.2489	0.1125
战略性金属冶炼及压延加工业	1期后	0.0015	1.4739	0.0209	0.7189
	6期后	0.4379	4.1489	1.8196	0.5419
	12期后	2.2578	6.4372	2.2867	0.5118

2020年8月

变性,在不同时间尺度与不同时间点,其影响效应呈现异质性。总体而言,战略性金属价格冲击对中国战略性金属行业产出的影响随着滞后期数的增加,其冲击影响逐步减弱,也就是说短期最为显著,中期次之,长期最小。在国际金融危机、欧债危机与中美贸易战3个时期,行业产出对战略性金属矿产价格冲击呈现复杂多变的响应,并在影响方向、影响程度以及持续时间上具有显著差异。

(2)供给冲击对战略性金属矿采选业、冶炼及压延加工业产出的影响以负向为主,尤其在中美贸易战时期,其负面影响更为显著;同时经济需求冲击对战略性金属矿采选业、冶炼及压延加工业产出的拉动作用没有得到有效发挥。这些结果表明战略性金属矿产价格波动对中国战略性金属行业造成重大冲击,严重影响了中国战略性金属矿产产业安全,这在当前中美贸易战背景下表现得尤为显著。此外,在战略性金属矿产价格冲击下,相比战略性金属冶炼及压延加工业。战略性金属矿采选业产出受到的负面影响更为明显。

(3)在4种类型冲击中,供给冲击对战略性金属矿采选业产出影响最大,而经济需求冲击对战略性金属冶炼及压延加工业产出影响最大。本文发现战略性金属矿产价格波动主要通过成本与需求两条路径对战略性金属行业产生影响。供给冲击、战略性金属矿产特定需求冲击与金融投机冲击基于成本路径从产业链上游向下游进行顺向传导,冲击效应逐渐减弱,而经济需求冲击基于需求路径从产业链下游向上游进行逆向传导,同样冲击影响逐渐减弱。

## 5.2 政策建议

中国是战略性金属第一生产大国与消费大国,同时对国际战略性金属矿产市场的依存度较高,因此,国际战略性金属矿产价格波动始终是影响中国产业安全的重要因素。为了有效应对战略性金属矿产价格冲击给中国战略性金属产业安全带来的负面冲击,需结合经济新常态背景,依据有色金属矿产价格冲击对中国战略性金属行业影响的时变性,实施动态调控,防范重大危机时期战略性矿产价格波动所带来的冲击影响;特别注意的是,在当前中美贸易战背景下,要尤为重视战略性金属产业

安全问题,要积极采取对应措施,切实对冲战略性金属矿产价格波动风险。

此外,要依据不同结构性冲击影响的差异性,有针对性采取差异化策略。从供给层面来看,要通过调控和政策引导加强对战略性金属矿产的进口管理,推进进口来源和渠道的多元化;同时要最大限度利用境外资源,建立和健全相应的战略性金属矿产战略储备体系,以利用储备减轻供求矛盾,平抑价格,这样才能有效缓解战略性金属矿产价格冲击对金属行业的不利影响。从需求层面来讲,要刺激消费,扩大市场需求,通过拉动需求对冲战略性金属矿产价格所带来的成本冲击;同时要积极应对战略性金属矿产金融化,加快完善战略性金属矿产期货市场,树立良好的供需预期,提供便利的套期保值工具,有效对冲金融投机以及特定需求冲击所引起的战略性金属矿产价格波动。

## 参考文献(References):

- [1] 龙如银,杨家慧. 国家矿产资源安全研究现状及展望[J]. 资源科学, 2018, 40(3): 465-476. [Long R Y, Yang J H. Research status and prospect of national mineral resource security[J]. Resources Science, 2018, 40(3): 465-476.]
- [2] 周颖哲,黄健柏,谌金宇. 时变视角下有色金属市场金融化的行业影响效应研究[J]. 运筹与管理, 2020, 29(3): 177-189. [Zhou Y Z, Huang J B, Chen J Y. Study on the industry impact effect of nonferrous metals market financialization from the perspective of time-varying[J]. Operations Research and Management Science, 2020, 29(3): 177-189.]
- [3] 成金华,朱永光,徐德义,等. 产业结构变化对矿产资源需求的影响研究[J]. 资源科学, 2018, 40(3): 558-566. [Cheng J H, Zhu Y G, Xu D Y, et al. Impact of industrial structural change on mineral resource demand[J]. Resources Science, 2018, 40(3): 558-566.]
- [4] Lee K, Ni S. On the dynamic effect of oil price shocks: A study using industry level data[J]. Journal of Monetary Economics, 2002, 49(4): 823-852.
- [5] Jiménez-Rodríguez R. The impact of oil price shocks: Evidence from the industries of six OECD countries[J]. Energy Economics, 2008, 30(6): 3095-3108.
- [6] 刘建,蒋殿春. 国际原油价格波动对我国工业品出厂价格的影响: 基于行业层面的实证分析[J]. 经济评论, 2010, (2): 110-119. [Liu J, Jiang D C. The impact of international crude oil price shocks on China's PPI: An empirical analysis based on industry

- level data[J]. *Economic Review*, 2010, (2): 110–119.]
- [7] 金洪飞, 金萃. 国际石油价格对中国股票市场的影响: 基于行业数据的经验分析[J]. *金融研究*, 2010, (2): 173–187. [Jin H F, Jin L. The effect of international oil price on Chinese stock market: Empirical analysis based on industry data[J]. *Journal of Financial Research*, 2010, (2): 173–187.]
- [8] 钱浩祺, 吴力波, 汤维祺. 成本效应与需求效应: 原油价格冲击的行业传导机制研究[J]. *世界经济文汇*, 2014, (3): 69–83. [Qian H Q, Wu L B, Tang W Q. Cost effect and demand effect: Research on the industry transmission mechanism of crude oil price shocks[J]. *World Economic Papers*, 2014, (3): 69–83.]
- [9] 谭小芬, 韩剑, 殷无弦. 基于油价冲击分解的国际油价波动对中国工业行业的影响: 1998–2015[J]. *中国工业经济*, 2015, (12): 51–66. [Tan X F, Han J, Yin W X. The effect of international oil price fluctuations based on disentangling shocks on Chinese industries: 1998–2015[J]. *China Industrial Economics*, 2015, (12): 51–66.]
- [10] Tsai C L. How do US stock returns respond differently to oil price shocks pre-crisis, within the financial crisis, and post-crisis?[J]. *Energy Economics*, 2015, 50: 47–62.
- [11] 苏桂芳, 渠慎宁, 陈昌楠. 外部资源价格冲击与中国工业部门通胀的内生关联研究[J]. *财经研究*, 2015, 41(5): 14–27. [Su Z F, Qu S N, Chen C N. Endogenous linkage between shocks of external resources prices and Inflation in China's industry sectors[J]. *Journal of Finance and Economics*, 2015, 41(5): 14–27.]
- [12] 湛金宇, 朱学红. 产业链视角下结构性有色金属价格冲击的行业传导效应[J]. *运筹与管理*, 2018, 27(11): 95–104. [Chen J Y, Zhu X H. Research on the industrial transmission effects of structural nonferrous metal price shocks in the perspective of industry chain[J]. *Operations Research and Management Science*, 2018, 27(11): 95–104.]
- [13] Zhong M R, He R F, Chen J Y, et al. Time-varying effects of international nonferrous metal price shocks on China's industrial economy[J]. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 2019, DOI: 10.1016/j.physa.2019.121299.
- [14] Zhou Y Z, Huang J B, Chen J Y. Time-varying effect of the financialization of nonferrous metals markets on China's industrial sector[J]. *Resources Policy*, 2019, 64: 101481.
- [15] Kilian L. Not all oil price shocks are alike: Disentangling demand and supply shocks in the crude oil market[J]. *The American Economic Review*, 2009, 99(3): 1053–1069.
- [16] 尹力博, 韩立岩. 外部冲击对PPI指数的结构性传导: 基于FAVAR模型的全视角分析[J]. *数量经济技术经济研究*, 2012, 29(12): 66–81. [Yin L B, Han L Y. Structural conduction of external shocks on PPI index: A full-perspective analysis based on the FAVAR model[J]. *The Journal of Quantitative & Technical Economics*, 2012, 29(12): 66–81.]
- [17] Bernanke B S, Boivin J, Elias P. Measuring the effects of monetary policy: A Factor-Augmented Vector Autoregressive (FAVAR) approach[J]. *Quarterly Journal of Economics*, 2005, 120(1): 387–422.
- [18] Primiceri G E, Marco D N. Time varying structural vector autoregressions and monetary policy: A corrigendum[J]. *The Review of Economic Studies*, 2005, 82: 1342–1345.
- [19] Omori Y, Chib S, Shephard N, et al. Stochastic volatility with leverage: Fast and efficient likelihood inference[J]. *Journal of Econometrics*, 2007, 140(2): 425–449.
- [20] 谭小芬, 熊玲誉, 宋佳馨. 全球流动性对国际大宗商品价格的影响: 基于TVP-FAVAR模型和2000–2017年数据的实证分析[J]. *中国软科学*, 2020, (1): 30–48. [Tan X F, Xiong L Y, Song J X. The effect of global liquidity on international commodity prices: Empirical analysis based on TVP-FAVAR model and 2002–2017 data sample[J]. *China Soft Science*, 2020, (1): 30–48.]
- [21] Jebabli I, Aroui M, Teulon F. On the effects of world stock market and oil price shocks on food prices: An empirical investigation based on TVP-VAR models with stochastic volatility[J]. *Energy Economics*, 2014, 45: 66–98.
- [22] Nakajima J, Kasuya M, Watanabe T. Bayesian analysis of time-varying parameter vector autoregressive model for the Japanese economy and monetary policy[J]. *Journal of the Japanese and International Economies*, 2011, 25(3): 225–245.
- [23] Chen H, Liao H, Tang B J, et al. Impacts of OPEC's political risk on the international crude oil prices: An empirical analysis based on the SVAR models[J]. *Energy Economics*, 2016, 57: 42–49.
- [24] Chen J, Zhu X, Zhong M. Nonlinear effects of financial factors on fluctuations in nonferrous metals prices: A Markov-switching VAR analysis[J]. *Resources Policy*, 2019, 61: 489–500.
- [25] 程慧, 徐琼, 郭尧琦, 等. 国际期铜价格波动中的金融因素分析[J]. *资源科学*, 2018, 40(3): 634–644. [Cheng H, Xu Q, Guo Y Q, et al. Financial factors in international copper futures price volatility[J]. *Resources Science*, 2018, 40(3): 634–644.]
- [26] 成金华, 尤喆, 朱永光, 等. 有色金属国际价格波动的影响因素研究[J]. *中国人口·资源与环境*, 2017, 27(7): 35–45. [Cheng J H, You Z, Zhu Y G, et al. Factors affecting price fluctuations of nonferrous in world market[J]. *China Population, Resources and Environment*, 2017, 27(7): 35–45.]
- [27] Gong X, Lin B Q. Forecasting the good and bad uncertainties of crude oil prices using a HAR framework[J]. *Energy Economics*, 2017, 67: 315–327.
- [28] Wen F, Min F, Zhang Y J, et al. Crude oil price shocks, monetary policy, and China's economy[J]. *International Journal of Finance & Economics*, 2019, 24(2): 812–827.
- [29] Chen J Y, Zhu X H, Li H. The pass-through effects of oil price

- shocks on China's inflation: A time-varying analysis[J]. *Energy Economics*, 2020, 86: 1-12.
- [30] Chen J Y, Zhu X H. The effects of different types of oil price shocks on industrial PPI: Evidence from 36 sub-industries in China[J]. *Emerging Markets Finance and Trade*, 2019, DOI: 10.1080/1540496X.2019.1694897.
- [31] 周颖哲, 黄健柏, 谌金宇. 时变视角下有色金属市场金融化的行业影响效应研究[J]. *运筹与管理*, 2020, 29(3): 177-189. [Zhou Y Z, Huang J B, Chen J Y. Study on the industry influence effect of nonferrous metal market financialization from the perspective of time-varying[J]. *Operations Research and Management Science*, 2020, 29(3): 177-189.]

## Impact of strategic metal price shocks on industrial output: Time-varying analysis based on the TVP-FAVAR model

ZHONG Meirui<sup>1,2</sup>, SONG Wanting<sup>1,2</sup>

(1. School of Business, Central South University, Changsha 410083, China;

2. Institute of Metal Resources Strategy, Central South University, Changsha 410083, China)

**Abstract:** Based on the perspective of industrial security, this study used monthly data from August 2006 to December 2018 to incorporate factors that directly or indirectly affect the price fluctuations of strategic metals into a unified framework of analysis, and constructed a time varying parameter factor augmented vector autoregressive (TVP-FAVAR) model to conduct a comprehensive analysis of the dynamic impacts of supply shocks, economic demand shocks, strategic metal-specific demand shocks, and financial speculative shocks on the strategic metal industry's output. The results show that the impacts of strategic metal price shocks on the strategic metal industry are time-varying. At different temporal scales and at different points in time, the effects are heterogeneous. Among the four types of shocks, supply shocks affect most in the output of strategic metal ore mining and dressing industry. The output of the strategic metal smelting and rolling processing industry is mainly affected by economic demand shocks; fluctuations in the price of strategic metals have a significant inhibitory effect on China's strategic metal industry output, especially that of the strategic metal ore mining and dressing industry, which has severely affected the security of the strategic metal industry, and is particularly significant in the context of the current Sino-US trade war.

**Key words:** industrial security; strategic metal; price; TVP-FAVAR model