

中国液化天然气现货价格的传导机制

肖建忠 王 璇

中国地质大学(武汉)经济管理学院

摘 要 近年来,我国 LNG 现货进口量呈现明显增长的势头,LNG 现货市场成为我国补充气源的重要渠道和天然气供应安全保障的重要支撑;研究我国 LNG 现货价格的传导机制,进而提升我国在国际上的定价影响力,具有重要的理论价值和现实意义。为此,基于上海石油天然气交易中心的 LNG 现货交易数据,运用向量自回归模型对中国 LNG 现货价格与国际天然气价格、中国原油现货价格、中国宏观经济之间的传导关系及动态响应规律进行了实证分析。研究结果表明:①国际天然气价格指数波动对我国 LNG 现货价格具有直接和间接的传导关系,该价格指数对我国 LNG 现货价格的影响可达 40%;②我国 LNG 现货价格不能直接对国际天然气价格造成影响,也不能通过宏观经济运行间接传导作用于国际天然气价格;③我国 LNG 现货价格与原油现货价格之间不存在价格传导关系,国内 LNG 现货市场与原油现货市场形成分割局面。进而提出建议:①短期合同应当基于 LNG 现货价格建立定价机制;②利用交易中心平台产生的现货交易价格编制和发布中国的天然气价格指数、LNG 价格指数、LNG 运输价格指数等一系列指数产品,争取亚太地区 LNG 定价权,提升在国际天然气贸易中的话语权;③推动 LNG 接收站公平有序开放,提高 LNG 接收站产能利用率。

关键词 中国 LNG 现货价格 国际天然气价格 原油现货价格 价格传导 定价机制 VAR 模型 脉冲响应

DOI: 10.3787/j.issn.1000-0976.2019.11.016

The analysis of conduction mechanism of China's LNG spot price

Xiao Jianzhong & Wang Xuan

(School of Economics and Management, China University of Geosciences - Wuhan, Wuhan, Hubei 430074, China)

NATUR. GAS IND. VOLUME 39, ISSUE 11, pp.117-125, 11/25/2019. (ISSN 1000-0976; In Chinese)

Abstract: In recent years, China's spot LNG imports have presented a momentum of significant growth, and the spot LNG market has become an important channel of supplementary gas sources and an important support for natural gas security. It is of a great theoretical value and a realistic significance to study the conduction mechanism of China's spot LNG prices and thus enhance the pricing influence in the world. Taking the spot LNG transaction data of Shanghai Oil and Natural Gas Trading Center as the research object, this paper studied the conduction relationships between China's spot LNG prices and international natural gas prices, China's spot crude oil prices and China's macro-economy and the dynamic response laws using the vector autoregressive model. And the following research results were obtained. First, the fluctuation of international natural gas price index has a direct and indirect conduction relation to China's spot LNG prices, and the influence of international natural gas price index on China's spot LNG prices is up to 40%. Second, China's spot LNG prices can neither directly affect the international natural gas prices, nor indirectly influence to the international natural gas prices through macroeconomic operation. Third, in China, there is no such a price conduction relationship between spot LNG prices and spot crude oil prices, and the spot LNG market and spot crude oil market are separated. And accordingly some suggestions were proposed. First, the short-term contracts shall establish a pricing mechanism based on the spot LNG prices. Second, it is necessary to make use of the spot trading prices generated by the trading center platform to compile and issue the China's indexes (e.g. natural gas price index, LNG price index and LNG transportation price index), strive for the LNG pricing power in the Asia-Pacific region, and enhance a voice right in the international natural gas trade. Third, it is necessary to promote fair and orderly opening of LNG terminal stations and improve the capacity utilization rate of LNG terminal stations.

Keywords: China; Spot LNG price; International natural gas price; Spot crude oil price; Price conduction; Pricing mechanism; VAR model; Impulse response

基金项目: 国家自然科学基金项目“中国天然气市场价格扭曲的关键因素识别与纠偏路径选择研究”(编号:71673257)。

作者简介: 肖建忠, 1973 年生, 教授, 博士研究生导师; 从事产业组织、工业经济、宏观经济管理等方面的研究工作。地址: (430074) 湖北省武汉市洪山区鲁磨路 388 号。ORCID: 0000-0002-5151-2570。E-mail: xjianzhong@cug.edu.cn

0 引言

随着全球液化天然气 (LNG) 市场规模的快速增长, LNG 逐渐成为最活跃的天然气供应形式。2017 年全球 LNG 贸易总量为 2.898×10^8 t, 较 2016 年增长约 10%, 其中接近 3/4 的进口需求来自亚洲国家和地区, 该区域正成为拉动全球 LNG 市场需求的主力。随着 LNG 贸易量的快速增长与市场份额的不断提升, 亚洲短期 LNG 合同和现货交易量不断增加。由于 LNG 长期需求的不确定性使得现货在短期内采购的空间更大, 加之受国家政策利好影响, 我国的 LNG 现货进口呈现向好趋势, 现货市场已成为我国补充气源的重要渠道。这对于平抑进口 LNG 长期合约价格带来了利好。

LNG 定价机制对于现货贸易有着至关重要的作用, 研究我国 LNG 现货价格与国际天然气价格的传导关系, 进而提升我国在国际上的定价影响力具有重要的理论价值和现实意义。在现有的研究成果中, 有关天然气价格传导机制的分析主要从以下两个方面进行展开: ①天然气、石油等能源价格变动的影响效应分析, 通过构建 VAR、CGE 或 DSGE 模型探索冲击的传导机制, 一般以价格冲击对宏观经济活动及人民生活的影响为重点^[1-9]; ②实证分析天然气价格与其他能源价格的内在联系, 此类研究侧重于两个市场价格波动之间的关系及相互影响的程度^[10-14], 如原油价格与天然气价格之间的联动关系, 或从天然气供应安全的角度提供理论依据与实证研究^[15-18]。上述研究大多集中于天然气、石油等能源价格变动的影响效应和油气市场的联动机制分析, 忽略了近年来日益活跃的天然气现货交易市场和 LNG 贸易量的增长, 在数据选择上大多数倾向于管道天然气出厂价格或终端消费价格以及 LNG 长期协议进口价格, 而对于中国 LNG 现货交易价格的关注则较少。

因此, 考虑到 LNG 市场现货贸易规模加大和中国天然气市场需求变化, 着眼于中国 LNG 现货市场, 笔者采用上海石油天然气交易中心的 LNG 现货交易数据, 对中国 LNG 现货价格与国际天然气价格的传导关系进行实证分析, 以期为进一步完善 LNG 现货定价机制、推进中国天然气市场化改革提供参考。

1 理论模型

1.1 进口 LNG 定价机制

亚洲 LNG 价格与原油挂钩的定价方法始于 20

世纪 70 年代, 除部分印度尼西亚出口的 LNG 价格与其原油出口价格挂钩外, 其他 LNG 价格大多与日本原油综合价格 (JCC) 挂钩^[19], 亚洲市场中大多数 LNG 长期合同的定价公式可以写成如下线性形式:

$$P_{\text{LNG}} = AP_{\text{原油}} + B \quad (1)$$

式中 P_{LNG} 表示 LNG 价格, 通常以美元 /MMBtu (百万英热, 1 MMBtu = 1 055 MJ) 为计价单位, $P_{\text{原油}}$ 表示原油价格, 以美元 /桶 (1 桶 = 0.14 t) 为计价单位; A 和 B 表示常数, 通常由买方和卖方协商决定, 其中常数 A 即“挂靠系数”, 通常等于或接近于 14.85%, 常数 B 部分通常与通货膨胀挂钩, 以考虑 LNG 的运输成本^[20]。

我国进口 LNG 定价机制主要包括“照付不议”的长期协议和竞价形式的短期现货合同^[21]。长期协议采取与油价挂钩的机制, 其基准价格基于日本原油综合价格 (JCC)、通货膨胀、周期性修订条款及其他调整因素; 而短期现货合同则通过国际 LNG 现货市场进行采购, 主要是基于国际交易中心的价格。

与油价挂钩的传统定价方式造成我国 LNG 进口价格与国内市场价格严重倒挂, 且长期合同缺乏灵活性, 无法及时反映市场信息。而与定点运输、以石油价格为基准的长期供应协议模式不同, 现货交易的目的地灵活, 以天然气枢纽交易为价格基准且市场流动性强, 加上现货的经济性优势, 短期交易和定价将发挥日益重要的作用。

1.2 进口 LNG 价格的影响因素

由于我国进口 LNG 价格采取与国际油价挂钩的定价机制, 国际原油价格的波动势必造成天然气进口价格的波动, 国际油价的涨跌对我国进口 LNG 到岸价格产生冲击作用, 且负向影响更为显著, 两者之间存在显著的长期均衡关系^[15,22]。此外, 还存在其他诸多因素会对 LNG 进口价格产生影响, 如全球经济形势对天然气进口价格有正向影响作用, 全球经济活动比较活跃时, 天然气需求旺盛而引起价格的上升^[15,23]。由于进口 LNG 价格不是笔者的研究重点且其影响因素复杂, 涉及全球与区域贸易形势和地缘政治等多方面, 存在诸多不确定性, 笔者仅从市场因素、能源结构与能源禀赋、成本结构、国际天然气价格、替代能源的价格、国家能源政策等方面作简要分析。

1.2.1 市场供需

市场供需是影响 LNG 进口价格的重要因素, 市场需求与供应的区域性变化, 能够对 LNG 价格产生

不同影响。LNG 市场需求与价格呈正向变动关系,市场需求的增大将引起 LNG 价格的上涨,反之,需求下降将引起价格的下降。宏观经济运行又是影响需求的重要因素,会对需求产生激励或抑制作用,进而影响 LNG 的价格。经济形势向好时,天然气需求量增大,而经济运行形势下滑时,需求量则减少。市场供应则与 LNG 价格呈反向变动关系,市场供给量过剩将导致价格下降,反之,市场供给量不足以满足需求,价格随之上升。

1.2.2 能源结构与能源禀赋

能源结构与能源禀赋也会通过影响需求对进口 LNG 价格产生作用。随着全球能源消费结构的转型,天然气在世界一次能源消费结构中所占的比重越来越大,当国内产气量无法满足需求,对于 LNG 的进口需求就会增加,从而通过影响国际市场上的供求状态对进口价格产生激励作用。

1.2.3 成本结构

成本结构也是 LNG 进口价格的重要影响因素之一。LNG 项目的天然气供应成本主要由天然气开采费用、净化液化费用、运输费用以及接收再汽化等费用构成,根据资源状况、运输距离等的不同,各项费用所占比例变化范围很大。国际市场上的 LNG 离岸价由天然气的开采费用、净化液化费用、资源国征收的税赋和公司的利润构成,随国际地缘政治、经贸关系和气候等因素的变化而变化。LNG 的运输费用主要包括 LNG 运输船的折旧费用、燃料费用以及管理和人员费用。LNG 接收站和汽化、管输费用的成本主要包括接收站和管道设施的折旧成本、再汽化成本及人工管理费。

1.2.4 国际天然气价格

国际天然气期货、现货价格为 LNG 国际贸易价格提供引导。天然气期货价格作为天然气价格体系的定价基准,其价格发现功能可以提前反映市场信息,对进口 LNG 价格具有重要影响。而随着 LNG 现货贸易规模的扩大和流动性的提高,国际天然气现货市场对于进口 LNG 现货和短期合同的影响作用也越来越大。

1.2.5 替代能源的价格

进口 LNG 价格还受到替代能源价格的影响,主要是一次性消费能源的煤炭、石油、成品油等。替代能源主要通过影响进口 LNG 的需求,进而作用于进口 LNG 价格。当 LNG 价格高于其他替代能源价格时,需求方会趋向于选择价格较低的替代能源。近几年

国内随着“煤改气”政策的实行,大大增加了对于 LNG 的需求,进而影响其进口价格。

1.2.6 国家能源政策

国家的能源激励政策对天然气产业的发展和和进口也具有重要意义。随着全球能源清洁化转型,国家政策对于天然气市场的影响日益明显,即使是天然气产量丰富的地区,如中东地区来自工业、发电及海水净化领域的需求,美国来自化学和其他工业的清洁化能源需求。最为明显的是我国受治理空气污染的强力政策驱动以及“十三五”规划强力政策支持,引发中国的 LNG 进口量前所未有地激增,贡献了大部分亚洲 LNG 的进口量。

LNG 进口价格不仅和以上因素相关,还与全球与区域市场的发展密切相关,随着 LNG 期现货市场的形成以及 LNG 贸易形式的多元化发展,影响因素将变得更为复杂。

2 实证分析

2.1 数据说明

考虑到我国 LNG 现货主要来自于进口,且进口价格是机会成本的前沿,为了进一步对我国 LNG 现货价格的传导关系进行分析,在进口 LNG 价格影响因素的基础上,从国际天然气价格、替代能源的价格、宏观经济等方面对我国 LNG 现货市场的价格传导关系进行分析。因此,将国际天然气价格引入实证模型中,以研究国内 LNG 价格与国际天然气价格之间的联动关系,同时,在国内市场中选取大庆原油现货交易价格作为替代能源价格纳入模型,选取制造业采购经理人价格指数(Purchasing Manager's Index, PMI)来衡量国内宏观经济景气程度,通过对国内 LNG 现货价格、国际天然气价格、国内石油现货价格、宏观经济景气程度之间的关系进行研究分析,探索我国 LNG 现货市场存在的问题及解决思路。

1) 中国 LNG 现货交易价格。上海石油天然气交易中心已经成为中国以及亚太地区天然气现货交易量最大的交易平台,交易中心的价格也正逐步成为国内贸易合同的重要参照,因此笔者选取上海石油天然气交易中心的 LNG 现货交易成交价格,时间序列为 2015 年 7 月—2019 年 3 月,根据交易量进行加权平均处理后得到每日成交均价,算术平均处理后得到每月平均价格。

2) 国际天然气交易价格指数。天然气市场正处

于转型中,整合和国际化正在进行,且亚太地区对国际天然气市场的依赖更多的是通过 LNG 的方式,区域间的更大连通性导致国际天然气价格对于国内 LNG 现货市场产生影响,由于数据的可获得性,选取国际货币基金组织官方网站公布的国际天然气价格指数,时间序列为 2015 年 7 月—2019 年 3 月,该指数包含了全球天然气三大区域市场的价格,即北美天然气市场、欧洲大陆天然气市场以及日本 LNG 市场。

3) 大庆原油现货交易价格。天然气价格与石油价格高度相关,我国规定天然气价格挂钩进口燃料油和液化石油气,但燃料油、液化石油气均属于石油炼化深加工产品,天然气最主要的替代能源仍是石油。大庆原油产量约占中国同期陆上原油总产量的 40%,大庆原油价格基本上代表了我国整体原油的价格水平,且对建立中国原油基准价格具有指导意义,故选取大庆原油现货交易价格,对国内 LNG 市场与替代能源石油市场的价格联动进行分析。同样,对大庆原油现货交易的每日成交均价进行算术平均处理得到月均交易价格,时间序列为 2015 年 7 月—2019 年 3 月。

4) 制造业采购经理人价格指数。在经济发展较好时期,社会收入水平提高,固定资产投资增速不断加大,消费多样化需求大量增加,工业企业积极扩张生产,能源消费需求大幅攀升,天然气的需求也随之大幅增加,从而对天然气价格起到正面支撑作用。制造业采购经理人价格指数是衡量宏观经济景气程度的重要指标,将其纳入模型能够分析宏观经济与中国 LNG 现货市场以及国际天然气价格之间的影响效应。该指数的时间序列同样为 2015 年 7 月—2019 年 3 月。

为了统一比较,根据国际惯例,以上价格均以美元/百万英热为计量单位,通过双边汇率转换将人民币折换成美元。原油的热值公式采用 IEA 标准换算公式:1 桶原油=5.8 百万英热,LNG 的热值换算公式为:1 吨 LNG=51 百万英热。

2.2 实证结果和分析

笔者采用向量自回归模型(VAR 模型)来研究国内 LNG 现货价格与国际天然气价格之间的联动关系,以及和宏观经济、原油现货市场之间的传导关系,并运用 Granger 因果关系检验、脉冲响应函数和方差分解等分析方法来分析国内 LNG 现货价格与国际市场、国内宏观经济、国内原油现货市场的传导效应。VAR(P)模型具体形式如下:

$$y_t = A_1 y_{t-1} + \dots + A_P y_{t-P} + \varepsilon_t \quad (2)$$

式中 y_t 表示 k 维内生变量, A_i 表示待估的 $k \times k$ 阶系数矩阵, ε_t 表示误差向量, P 表示滞后阶数。在经济分析中, y_t 可以是原始经济变量的时间序列,也可以是其差分序列,即变化率。

本文的数据序列从 2015 年 7 月—2019 年 3 月,一共包括 45 个月度的数据。为减少数据波动带来的影响,选择经济变量的差分序列,并采用以下方程定义为月价格变化率 R_t :

$$R_t = \ln \frac{P_t}{P_{t-1}} = \ln P_t - \ln P_{t-1} \quad (3)$$

式中 R_t 表示以上 45 个月度的现货 LNG 价格或价格指数的变化率; P_t 表示以上 45 个月度的现货 LNG 价格或价格指数。

2.2.1 单位根检验

采用 ADF 检验方法对 CL、NGPI、OIL、PMI 共 4 个变量进行平稳性检验(CL、NGPI、OIL、PMI 分别代表中国 LNG 现货交易价格变化率、国家天然气价格指数变化率、大庆原油现货价格变化率以及制造业采购经理人价格指数变化率),检验结果如表 1 所示。

ADF 检验结果表明,CL、NGPI、OIL、PMI 等 4 个序列在 1% 的显著性水平下都拒绝了原假设,即所有变量都是平稳的,可以进行 VAR 建模。

2.2.2 VAR 模型估计结果

根据赤池信息标准(AIC)、施瓦茨信息标准(SC)的不同滞后值选择模型,笔者选择 VAR 模型的二阶

表 1 ADF 单位根检验结果表

变量	ADF 统计值	1% 的临界值	5% 的临界值	10% 的临界值	P 值	是否平稳
CL	-2.845 198	-2.621 185	-1.948 686	-1.611 932	0.005 5	平稳
NGPI	-4.434 620	-2.619 851	-1.948 686	-1.612 036	0	平稳
OIL	-5.283 807	-2.619 851	-1.948 686	-1.612 036	0	平稳
PMI	-7.646 636	-2.619 851	-1.948 686	-1.612 036	0	平稳

滞后值（2 个标准皆为最小值），表 2 是模型的具体结果。同时，经过检验，模型所有特征根都在单位圆内，VAR 模型是稳定的，可以进行脉冲响应和方差分解分析。

通过表 2 的结果可以看出：

1) 在 VAR 模型的 LNG 价格变化率方程中，LNG 现货价格变化率的滞后变量对其当前变化率有显著影响，表明 LNG 现货价格变化率存在序列相关性；同时，国际天然气价格指数变化率的滞后变量对 LNG 现货价格变化率的影响作用也很显著，表明二者存在长期均衡关系且短期内国际天然气价格指数变化率对 LNG 现货价格变化率具有显著的正向影响作用；此外，PMI 的滞后变量对现货价格变化率也有显著的正向影响作用。

2) 在 VAR 模型的国际天然气价格指数变化率方程中，国内 LNG 现货价格变化率的一阶滞后变量对其当前变化率具有显著影响，说明随着我国 LNG 进口需求的不断增加与基础设施的扩容完善，我国 LNG 现货市场的流动性、灵活性不断提升，并同国际市场紧密互动；国际天然气价格指数变化率的滞后变量不显著，表明其不存在序列相关性；PMI 的二阶滞后变量对其具有显著影响，表明随着中国成为全球最大的天然气进口国，中国的宏观经济变动对国际天然气价格变化存在一定影响。

表 2 VAR 模型的检验结果表

变量（滞后期）	CL	NGPI	OIL	PMI
CL (-1)	0.744 758 ¹⁾ (3.860 040)	0.353 129 ³⁾ (1.727 140)	0.088 825 (0.322 990)	-0.045 847 ³⁾ (-1.672 260)
CL (-2)	-0.494 080 ²⁾ (-2.480 050)	-0.263 699 (-1.249 080)	0.307 576 (1.083 150)	-0.006 637 (-0.234 460)
NGPI (-1)	0.381 032 ¹⁾ (2.616 310)	0.248 774 (1.611 940)	-0.207 321 (-0.998 720)	-0.047 620 ²⁾ (-2.301 080)
NGPI (-2)	0.435 957 ¹⁾ (2.776 340)	-0.114 366 (-0.687 290)	0.103 653 (0.463 110)	0.029 015 (1.300 340)
OIL (-1)	-0.136 541 (-1.254 390)	0.071 128 (0.616 640)	0.251 381 (1.620 230)	0.033 804 ²⁾ (2.185 500)
OIL (-2)	-0.141 575 (-1.302 370)	0.184 135 (1.598 450)	-0.281 228 ³⁾ (-1.815 010)	-0.003 336 (-0.215 980)
PMI (-1)	3.206 984 ¹⁾ (2.593 730)	0.354 279 (0.270 390)	3.276 735 ³⁾ (1.859 270)	-0.389 896 ²⁾ (-2.219 160)
PMI (-2)	2.130 188 ³⁾ (1.677 780)	2.560 658 ³⁾ (1.903 200)	5.531 114 ¹⁾ (3.056 340)	-0.083 697 (-0.463 920)
c	-0.003131 (-0.312 540)	-0.004 631 (-0.436 340)	0.007 545 (0.528 470)	-0.000 145 (-0.102 140)
F 统计量	6.814 755	2.989 009	2.145 441	2.309 373
对数似然值	312.898 6			

注：1)、2)、3) 分别表示在 1%、5%、10% 水平下拒绝原假设，c 值表示外生变量截距项，F 统计量表示模型方差与残差的比值

3) 在 VAR 模型的大庆原油现货价格变化率方程中，大庆原油现货价格变化率的二阶滞后变量对其当前变化率有显著影响，表明大庆原油现货价格变化率存在序列相关性；PMI 的滞后变量对大庆原油现货价格变化率也具有显著的正向影响作用，表明宏观经济对大庆原油价格起正向支撑作用。

4) 在 VAR 模型的 PMI 指数变化率方程中，国内 LNG 现货价格变化率一阶滞后变量、国际天然气价格指数变化率一阶滞后变量、大庆原油现货价格变化率一阶滞后变量、PMI 指数变化率一阶滞后变

量都对其当期变化率具有显著影响。

2.2.3 格兰杰因果检验

将 CL、NGPI、OIL、PMI 分别两两进行格兰杰因果检验，其结果如表 3 所示。

通过表 3 可以看出，NGPI 是 CL 的格兰杰原因，但 CL 却不是 NGPI 的格兰杰原因，说明国际天然气价格变化能够直接引起我国 LNG 现货价格的变动，但我国 LNG 现货价格变动却不能直接影响国际天然气价格的变动。这符合现实预期，2018 年中国进口

表 3 格兰杰因果两两检验结果表

检验变量	原假设	卡方统计量	P 值	检验结果
CL 与 NGPI	NGPI 不是 CL 的格兰杰原因	18.209 220	0.000 1	拒绝
	CL 不是 NGPI 的格兰杰原因	3.306 535	0.191 4	接受
CL 与 OIL	OIL 不是 CL 的格兰杰原因	3.984 836	0.136 4	接受
	CL 不是 OIL 的格兰杰原因	1.922 412	0.382 4	接受
CL 与 PMI	PMI 不是 CL 的格兰杰原因	7.392 856	0.024 8	拒绝
	CL 不是 PMI 的格兰杰原因	3.887 283	0.143 2	接受
NGPI 与 OIL	OIL 不是 NGPI 的格兰杰原因	3.398 860	0.182 8	接受
	NGPI 不是 OIL 的格兰杰原因	1.069 173	0.585 9	接受
NGPI 与 PMI	PMI 不是 NGPI 的格兰杰原因	3.805 404	0.149 2	接受
	NGPI 不是 PMI 的格兰杰原因	6.026 409	0.049 1	拒绝
OIL 与 PMI	PMI 不是 OIL 的格兰杰原因	10.039 130	0.006 6	拒绝
	OIL 不是 PMI 的格兰杰原因	4.808 563	0.090 3	接受

LNG 量占到天然气供应总量的 53%，我国 LNG 对外依存度不断增大，LNG 现货价格对国际天然气价格变动的反应敏感。而我国 LNG 现货价格变化不能影响国际天然气价格变动，说明我国在 LNG 市场上的影响力和话语权相对较弱，我国还没有国际天然气定价权。同时，表 3 说明，国际天然气价格变动也可以通过 $NGPI \rightarrow PMI \rightarrow CL$ 的渠道间接影响我国 LNG 现货价格变动，但我国 LNG 现货价格却不能由 $CL \rightarrow PMI \rightarrow NGPI$ 反向传导作用于国际天然气价格，这可能是由于我国 LNG 市场尚未完全实现市场化，政府管控下的价格存在传导阻滞，同时也进一步验证了我国没有掌握国际天然气定价权。

由表 3 可以看出，PMI 是 CL 和 OIL 的格兰杰原因，这表明我国宏观经济可以直接对国内 LNG 市场和原油市场造成影响，但 CL 和 OIL 不是 PMI 的格兰杰原因，CL 和 OIL 也互相不是对方的格兰杰原因，说明虽然原油作为天然气的替代能源，但国内的 LNG 现货市场和原油现货市场却是分割的，不能形成联动的市场供求关系，这也进一步验证了我国 LNG 价格的市场化程度不够高，价格无法反映市场供需，同时也说明了 LNG 定价方式的不合理，与国际石油价格挂钩的定价方式，难以真实反映中国 LNG 市场的供求变化和内在价值。

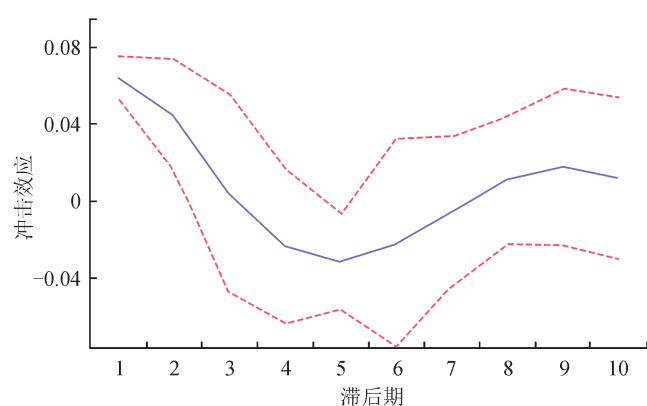
2.2.4 脉冲响应与方差分解

脉冲分析与方差分解均可用来测 VAR 模型中内生变量的冲击给其他变量带来的动态影响，前者可以捕捉全面的动态关系，描述影响路径，而后者则可反映每个扰动因素影响变量的相对程度和不同冲击的

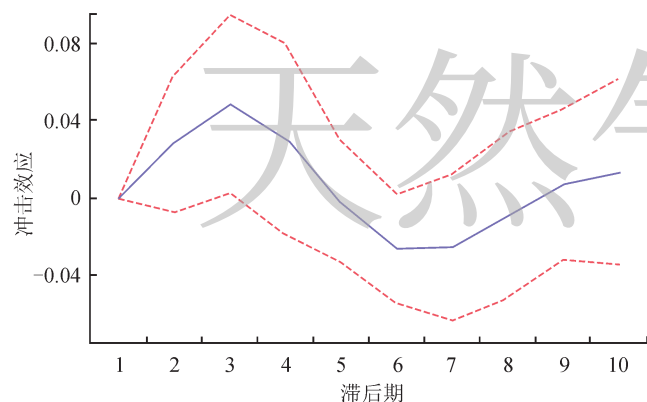
重要性。采用广义脉冲响应方法，得到中国 LNG 现货价格的脉冲响应函数，分析结果如图 1 所示，横坐标表示滞后期数（月），即波动持续时间，纵坐标表示单位冲击引起的波动。

图 1 显示了中国 LNG 现货交易价格变化率（CL）、国际天然气价格指数变化率（NGPI）与制造业采购经理人价格指数变化率（PMI）的脉冲响应结果。在 CL 对 CL 冲击的响应图中，CL 受自身一个冲击后连续下降，并在第 3 期回落到 0，说明 CL 对于自身冲击的响应持续 1 个月左右。而从 CL 对 NGPI 的冲击响应图中可以看到（图 1-a），NGPI 在 1～5 期间对 CL 有一个正向冲击，在第 3 期达到短期内的峰值，作用时滞滞 3～4 个月，在 5～9 期间产生负向冲击，第 9 期后产生正向冲击，并在第 10 期之后仍然持续上升。总体而言，国际天然气价格变动对我国 LNG 现货价格的冲击具有持久性和周期性。通过 CL 对 PMI 冲击的响应图可以得出（图 1-c），国内宏观经济波动在 1～4 期间对我国 LNG 现货价格变化率产生正向冲击，并在第 2 期达到最大值，作用时滞滞 2 个月，短期内宏观经济对国内 LNG 现货价格的作用力较强，但从第 3 期开始，国内宏观经济波动对 LNG 现货价格变化率的冲击影响逐渐回落并接近于 0，说明国内宏观经济波动对 LNG 现货价格的冲击具有短暂性，长期来看作用力逐渐减小。进一步进行方差分解分析，其结果如图 2 所示。

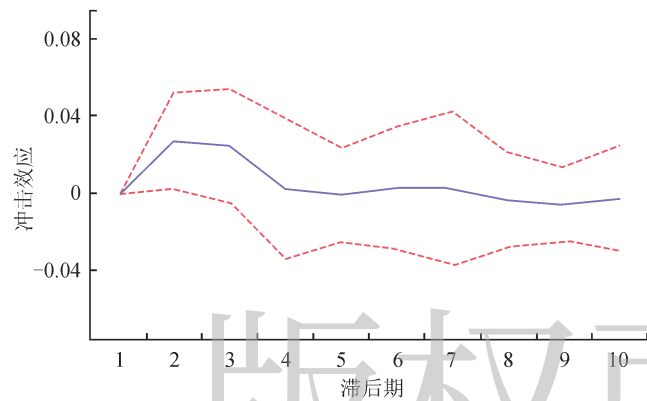
图 2 显示的是 CL、NGPI 与 PMI 的方差分解结果。其中，CL 与 CL 的方差分解（图 2-a）表示 CL 变动方差由自身变动导致的部分，CL 与 NGPI 的方



a. CL对CL冲击的响应



b. CL对NGPI冲击的响应

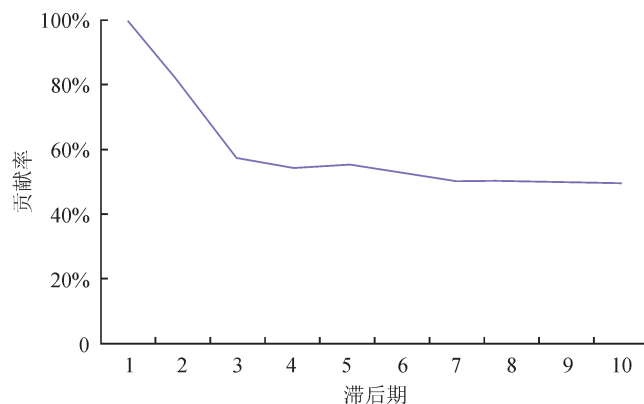


c. CL对PMI冲击的响应

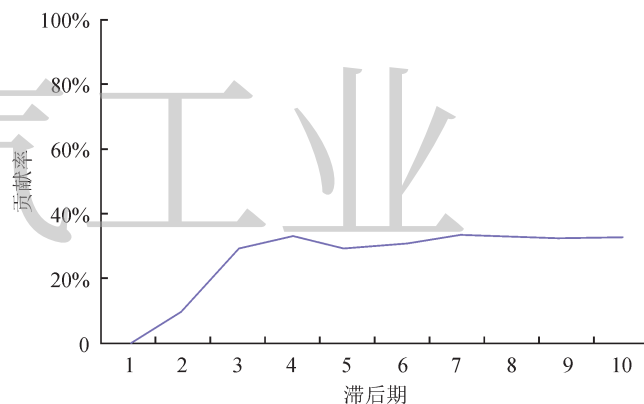
图1 CL、NGPI与PMI的脉冲响应结果图

注：图中蓝色实线表示实际冲击路径，红色虚线表示置信区间

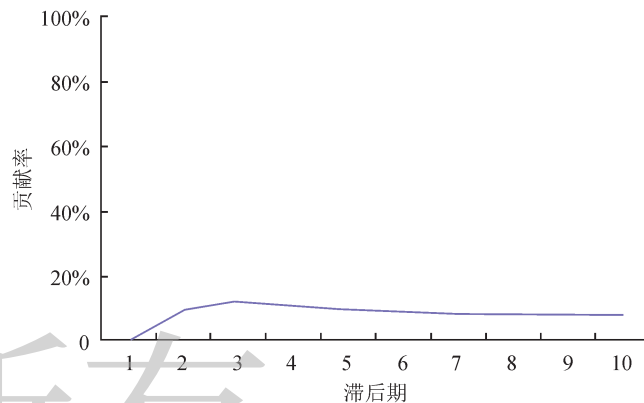
差分解（图2-b）显示的是CL的变动方差由NGPI波动导致的部分，而CL与PMI的方差分解（图2-c）则显示由国内宏观经济变化（PMI）导致的部分。可以看到，随着期数的增加，CL变动方差由自身变动解释的部分在1~2期急剧下降，从第3期开始逐渐稳定在50%左右；而由NGPI解释的部分在1~4期逐渐增加，并在第4期达到峰值且持续稳定，即大约40%的CL变动方差可以由NGPI进行解释；同时，由PMI解释的部分在1~3期逐渐上升，在第3期达到最大值，而后稳定在10%左右。



a. CL与CL的方差分解



b. CL与NGPI的方差分解



c. PMI与CL的方差分解

图2 CL、NGPI与PMI的方差分解结果图

结合脉冲响应和方差分解的结果来看，国内LNG现货价格与国际天然气价格指数存在长期关系，国际天然气价格指数对国内LNG现货价格的冲击明显且逐渐增加，即国际天然气价格指数波动会对我国LNG现货价格产生较大影响，最大约为40%。

3 结论与建议

3.1 结论

1) 国际天然气价格指数波动对我国LNG现货价格具有直接和间接的传导关系，且脉冲响应和方

差分解结果均表明国内 LNG 现货价格对国际气价的波动尤为敏感,国际天然气价格指数对其的影响可达 40%。

2) 格兰杰因果检验结果表明,反向传导关系存在阻滞,即我国的 LNG 现货价格不能直接对国际天然气价格造成影响,也不能通过宏观经济运行间接传导作用于国际天然气价格,表明不合理的 LNG 定价机制导致我国 LNG 现货市场价格对于国际 LNG 市场的传导存在阻碍,也说明我国在国际 LNG 市场上的影响力和话语权依旧较弱。

3) 我国的 LNG 现货价格与原油现货价格之间不存在相关性,两个现货市场无法形成价格传导关系,说明我国 LNG 市场化程度不够高,政府管控下的价格存在传导阻滞,无法真实反映市场供求状况,同时揭示,与油价挂钩的定价方式难以真实反映中国 LNG 市场的供求变化和内在价值。

3.2 建议

1) 提高现货贸易比例,更多地依靠现货交易市场,尝试进口 LNG 合同的转型。我国要运用长、短期贸易相结合的灵活的贸易方式,把握低气价时机,掌握买方市场议价权,探索尝试多元化的定价方式;短期合同基于 LNG 现货价格建立定价机制,可以尝试以包括英国 NBP 和美国亨利中心的环大西洋交易中心价格为基准价,再加上水运组成进口 LNG 价格,或者以亚洲天然气交易中心为基准价格,也可以将以上价格机制进行组合,以减少对传统 JCC 定价机制的依赖,并可面对不确定性时分散市场的风险。

2) 推动国内一体化的天然气交易市场体系建设,争取亚太地区 LNG 定价权,提升在国际天然气市场的地位。利用交易中心平台产生的现货交易价格,编制和发布中国天然气价格指数、中国 LNG 价格指数、中国 LNG 运输价格指数等一系列指数产品,推动其成为中国乃至亚太地区的 LNG 贸易合同的定价基准,帮助中国买家逐步提升在天然气贸易中的话语权。

3) 推动 LNG 接收站公平有序开放,提高 LNG 接收站产能利用率。接收站是 LNG 进口产业链承上启下的关键环节,通过 LNG 基础设施的公平有序开放,充分释放接收站产能,利用我国交易中心平台来竞拍接收站窗口期,促进市场交易主体多元化发展,以吸引更多的 LNG 国际现货资源进入我国,促使 LNG 国内外现货贸易形成联动。

参 考 文 献

- [1] 聂光华. 中国天然气价格变动传导效应分析[J]. 天然气工业, 2012, 32(12): 114-117.
Nie Guanghua. Analysis of the transmission effect of natural gas price fluctuation in China[J]. Natural Gas Industry, 2012, 32(12): 114-117.
- [2] 高志远. 基于 CGE 模型的能源价格波动对国民经济影响研究[D]. 北京: 中国矿业大学, 2015.
Gao Zhiyuan. Research on the impact of energy price fluctuation on national economy based on CGE model[D]. Beijing: China University of Mining and Technology, 2015.
- [3] 赫永达, 孙巍. 国际天然气价格波动对居民生活及产业结构的影响——基于非完全竞争 CGE 模型的政策模拟[J]. 云南财经大学学报, 2017, 33(3): 72-81.
He Yongda & Sun Wei. The impact of price of fluctuations of international natural gas on residential consumption and industrial structure in China—Policy simulation based on imperfect competitive CGE model[J]. Journal of Yunnan University of Finance and Economics, 2017, 33(3): 72-81.
- [4] 薛凤, 黄圣明. 天然气价格变动影响效应研究——基于 VAR 模型和脉冲响应函数的分析[J]. 价格理论与实践, 2018(11): 46-49.
Xue Feng & Huang Shengming. Research on the transmission effect natural gas price variation—Analysis based on VAR model and impulse response function[J]. Price: Theory & Practice, 2018(11): 46-49.
- [5] 林伯强, 牟敦国. 能源价格对宏观经济的影响——基于可计算一般均衡 (CGE) 的分析[J]. 经济研究, 2008, 43(11): 88-101.
Lin Boqiang & Mou Dunguo. The Impact of energy price increases on macro-economy: An Analyses based on CGE method[J]. Economic Research Journal, 2008, 43(11): 88-101.
- [6] Tang Weiqi, Wu Libo & Zhang Zhongxiang. Oil price shocks and their short- and long-term effects on the Chinese economy[J]. Energy Economics, 2010, 32(1): S3-S14.
- [7] 魏巍贤, 林伯强. 国内外石油价格波动性及其互动关系[J]. 经济研究, 2007(12): 130-141.
Wei Weixian & Lin Boqiang. International and domestic oil price volatilities and their interrelationship[J]. Economic Research Journal, 2007(12): 130-141.
- [8] 林伯强, 王锋. 能源价格上涨对中国一般价格水平的影响[J]. 经济研究, 2009, 44(12): 66-79.
Lin Boqiang & Wang Feng. Impact of energy price increase on general price level in China: A study based on input-output model and recursive SVAR model[J]. Economic Research Journal, 2009, 44(12): 66-79.
- [9] 苏鹏, 张希栋, 赫永达. 天然气价格规制的经济效应分析——基于可计算一般均衡 CGE 模型的政策模拟[J]. 经济问题, 2015(11): 54-60.
Su Peng, Zhang Xidong & He Yongda. Research on the economic impact of the natural gas industry price regulation and policy simulating[J]. On Economic Problems, 2015(11): 54-60.

- [10] Villar JA & Joutz FL. The relationship between crude oil and natural gas prices[J]. Energy Information Administration, Office of Oil and Gas, 2006: 1-43.
- [11] Brigida M. The switching relationship between natural gas and crude oil prices[J]. Energy Economics, 2014, 43: 48-55.
- [12] 林伯强, 李江龙. 原油价格波动性及国内外传染效应[J]. 金融研究, 2012(11): 1-15.
Lin Boqiang & Li Jianglong. Crude oil price volatility and domestic and foreign contagion effects[J]. Journal of Financial Research, 2012(11): 1-15.
- [13] 丁浩, 蔡霖. 国际原油价格、天然气价格与 PPI 的相关性研究[J]. 价格理论与实践, 2016(3): 87-89.
Ding Hao & Cai Lin. Research on correlation between international crude oil price, natural gas price and PPI[J]. Price: Theory & Practice, 2016(3): 87-89.
- [14] 肖建忠, 王秀娟, 陈丹阳. 国际天然气进口价格与原油价格的波动关系[J]. 资源与产业, 2016, 18(2): 88-95.
Xiao Jianzhong, Wang Xiujuan & Chen Danyang. The volatility relationship between international natural gas import prices and crude oil prices[J]. Resources & Industries, 2016, 18(2): 88-95.
- [15] 耿江波. 国际天然气市场及中国液化天然气供应安全策略研究[D]. 合肥: 中国科学技术大学, 2014.
Geng Jiangbo. Study on international natural gas market and safety strategy of LNG supply in China[D]. Hefei: University of Science and Technology of China, 2014.
- [16] Shen Yifan, Shi Xunpeng & Variam HMP. Risk transmission mechanism between energy markets: A VAR for VaR approach[J]. Energy Economics, 2018, 75(8): 377-388.
- [17] 王朝阳, 陈宇峰, 金曦. 国际油价对中国新能源市场的传导效应研究[J]. 数量经济技术经济研究, 2018, 35(4): 131-146.
Wang Chaoyang, Chen Yufeng & Jin Xi. Research on the effect of international oil prices pass-through on the China's new energy market[J]. The Journal of Quantitative & Technical Economics, 2018, 35(4): 131-146.
- [18] Zhang Dayong, Shi Min & Shi Xunpeng. Oil indexation, market fundamentals, and natural gas prices: An investigation of the Asian premium in natural gas trade[J]. Energy Economics, 2017, 69(11): 33-41.
- [19] 马超群, 赵新伟. 亚太 LNG 市场双挂钩远期合约定价研究[J]. 系统工程理论与实践, 2018, 38(6): 1371-1386.
Ma Chaoqun & Zhao Xinwei. Study on Asia-Pacific LNG forward pricing based on crude oil and natural gas prices[J]. Systems Engineering: Theory & Practice, 2018, 38(6): 1371-1386.
- [20] 乔纳森·斯特恩. 全球天然气价格机制[M]. 北京: 石油工业出版社, 2014.
Stern J. Global natural gas price mechanism[M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2014.
- [21] 施训鹏. 中国天然气基准价格形成中的若干问题[J]. 天然气工业, 2017, 37(4): 143-149.
Shi Xunpeng. Issues in formulating natural gas benchmark prices in China[J]. Natural Gas Industry, 2017, 37(4): 143-149.
- [22] 许军, 赵倩琼. LNG 进口价格与国际原油价格相关性研究[J]. 市场经济与价格, 2015(5): 34-37.
Xu Jun & Zhao Qianqiong. Research on correlation between LNG import price and international crude oil price[J]. Market Economy & Price, 2015(5): 34-37.
- [23] 马新华. 天然气与能源革命——以川渝地区为例[J]. 天然气工业, 2017, 37(1): 1-8.
Ma Xinhua. Natural gas and energy revolution: A case study of Sichuan-Chongqing gas province[J]. Natural Gas Industry, 2017, 37(1): 1-8.

(修改回稿日期 2019-09-12 编辑 罗冬梅)

涪陵页岩气田一口单井累计产气量首破 $3 \times 10^8 \text{ m}^3$

从中国石化江汉油田涪陵页岩气公司获悉, 2019 年 11 月 8 日, 涪陵页岩气田焦页 6-2HF 井累计产气量突破 $3 \times 10^8 \text{ m}^3$, 相当于一座 480 万人口的大城市一年的生活用气。

专家表示, 焦页 6-2HF 井的持续高产稳产, 不仅展示了涪陵页岩气田良好的商业开发前景, 为中国页岩气开发提供了可复制、可推广的管理和技术经验, 也为全球页岩气开发提供了中国样本, 在中国页岩气开发史上具有里程碑式意义。

焦页 6-2HF 井位于重庆市涪陵区焦石镇楠木村, 是针对涪陵页岩气田焦石坝区块部署的一口页岩气开发水平井。该井自投产以来, 已持续生产了 2 231 天, 一直保持着全国页岩气井单井累计产量最高的纪录, 为中国页岩气开发史写下了浓墨重彩的一笔。

页岩气井进入产量递减阶段是必然规律。2018 年 10 月以来, 随着焦页 6-2HF 井开采时间的不断延长, 该井生产压力与输气压力一度出现持平现象, 日产气量持续下降。涪陵页岩气公司主动对该井实施增压开采, 有效扭转产量递减被动局面。截至目前, 该井增压措施产气量达 $3\,200 \times 10^4 \text{ m}^3$, 增压措施增气量达 $1\,500 \times 10^4 \text{ m}^3$, 日产气量仍保持在 $6.5 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。

截至 2019 年 11 月 8 日, 涪陵页岩气田作为我国首个商业化开采的页岩气田, 已累计投产 421 口气井, 累计产气量超 $260 \times 10^8 \text{ m}^3$, 源源不断地为长江经济带发展提供清洁能源, 沿线 8 省市、上千家企业和 2 亿多居民从中受益。

(天工 摘编自新华网)