

# 能源革命与中国能源经济安全保障探析

黄维和<sup>1</sup>, 梅应丹<sup>2</sup>, 吴丽丽<sup>2</sup>, 梁赟玲<sup>2</sup>, 赵晓丽<sup>2</sup>

(1. 中国石油天然气股份有限公司规划总院, 北京 100083; 2. 中国石油大学(北京)经济管理学院, 北京 102249)

**摘要:** 能源是经济运行的血脉, 能源革命伴生的能源结构调整对宏观经济运行所产生的影响是值得关注的问题。本文基于计量模型和统计分析方法, 定量研究了能源结构变化影响能源价格对宏观经济运行产生的效应。分析结果表明, 天然气消费占全部能源消费比例每增加 1%, 能源价格将增加 0.82%; 煤炭消费占比每增加 1%, 能源价格将减少 0.24%; 技术取得进步、能源投资增长、市场化程度提高、能源效率提升有利于降低能源价格; 整体上, 中国能源革命不会对能源经济安全产生较大影响, 能源价格上升幅度仍处于国民经济和能源消费可承受的范围。研究针对性提出了中国能源革命进程中更好保障能源经济安全的建议: 注重技术进步, 深化能源市场改革, 提高能源市场竞争程度, 这些措施有利于减缓能源革命对能源价格的冲击作用。

**关键词:** 能源革命; 能源经济安全; 能源结构; 能源价格; 国民经济

**中图分类号:** TK-9 **文献标识码:** A

## Energy Revolution and Security Guarantee of China's Energy Economy

Huang Weihe<sup>1</sup>, Mei Yingdan<sup>2</sup>, Wu Lili<sup>2</sup>, Liang Yunling<sup>2</sup>, Zhao Xiaoli<sup>2</sup>

(1. PetroChina Planning & Engineering Institute, Beijing 100083, China; 2. School of Economics and Management, China University of Petroleum-Beijing, Beijing 102249, China)

**Abstract:** Energy is the blood for economic operation. Energy structure adjustment may significantly impact the macroeconomic operation of a country. This study quantitatively estimates the effect of energy structure adjustment on energy prices and further evaluates the impact of the resulted price changes on macroeconomic operations using an econometric model and statistical methods. The results indicate that 1% increase of the proportion of natural gas consumption in the total energy consumption raises energy prices by 0.8% while 1% increase of the coal consumption ratio lowers energy prices by 0.2%. Moreover, technological progress, energy investment growth, increased marketization, and energy efficiency improvement are conducive to reducing energy prices. We conclude that China's energy revolution is less likely to affect the security of the energy economy and the energy price rise remains within the acceptable range of national economy and energy consumption. To better ensure the security of energy economy in the process of China's energy revolution, we propose that China should focus on technology innovation and deepen the reforms in the energy market to improve the competitiveness of the energy market. These measures are beneficial for mitigating the energy price increase pressure from energy revolution.

**Keywords:** energy revolution; security of energy economy; energy structure; energy price; national economy

**收稿日期:** 2020-11-16; **修回日期:** 2020-12-14

**通讯作者:** 赵晓丽, 中国石油大学(北京)经济管理学院教授, 研究方向为能源经济、能源战略; E-mail: email99zxl@vip.sina.com

**资助项目:** 中国工程院咨询项目“推进能源生产和消费革命(2035)——能源革命推动经济社会发展和生态环境保护战略研究”(2018-ZD-11); 国家自然科学基金项目(71934006, 71573273)

**本刊网址:** www.engineering.org.cn/ch/journal/sscae

## 一、前言

2014 年国家首次提出“能源革命”以后，以可再生能源、天然气等为代表的清洁低碳能源对煤炭的替代速度显著加快。由于各类能源的生产要素、生产成本、稀缺程度均不同，能源结构的转变将会导致能源价格的变化；而能源作为一种重要的生产性要素，其价格的改变将有可能对中国经济的平稳运行产生不利影响，这引发了对能源革命与能源经济安全关系的思考。

能源和经济发展的关系研究目前集中在两个方向：能源消费和经济增长的相互关系，普遍性的结论是前者对后者具有重要的影响作用 [1]；能源价格变动对经济发展的影响，有研究表明 [2~4]，包括煤炭和石油在内，能源价格的上升在短期内将促进国内生产总值（GDP）的增长，但长期来看会导致 GDP 的下降。整体来看，关于能源结构调整对经济发展影响的研究文献还比较少。

本文主要在以下三方面开展创新论述：①结合中国能源改革的背景，基于面板模型，定量分析能源结构变化通过能源价格对宏观经济运行产生的影响，加深对能源革命与能源经济安全之间关系的认知；②基于固定效应模型，定量研究影响中国能源价格变化的主要因素，提出为减缓能源价格上升压力需采取的相关措施，深化能源革命背景下的能源经济安全保障问题研究；③基于统计分析方法，从中国经济仍处于较快发展期的角度，探讨国民经济、人均能源消费对能源价格上涨的承受力问题，为促进可再生能源、天然气等清洁能源的快速发展以及科学制定能源革命目标提供理论支撑。

## 二、能源产业对经济发展的影响

### （一）基于能源产业波及效应的分析

产业波及效应系数是考察某个产业对经济发展影响的重要指标，指当某个产业的产出发生一个单位变化时，总产出的变化情况；在产业波及效应系数的基础上，乘以 GDP 增值系数（GDP/国内总产出），即得某个产业产值变化对 GDP 的影响。具体做法为：首先分别采用基于结果的产业波及效应算法（直接求出总的产业波及效应）、基于过程的产业波及效应算法（求出直接效应、间接效应、诱发

效应之和得到总的产业波及效应），计算产业波及系数；然后再取其均值，作为最终的波及效应系数；最后波及效应系数乘以 GDP 增值系数，获得能源产业对 GDP 的波及效应系数。

根据 2002—2015 年投入产出表数据，进一步将不同的能源部门合并，并在此基础上计算能源产业对 GDP 的波及效应系数（见表 1）。相关能源部门包括：煤炭采选产品，石油、天然气开采产品，石油、炼焦产品，核燃料加工品，电力、热力生产和供应，燃气生产和供应。

表 1 数据显示，能源产业对 GDP 的波及效应系数远高于 GDP 增值系数，且数值大约为 1，这说明能源产业通过自身的发展以及影响关联产业的发展，能够极大地促进经济增长。当能源产业总产出增加一个单位时，GDP 大约增加一个单位，因为总产出存在着重复计算问题，所以同样是一个单位，却具有了放大效应。能源产业对 GDP 的波及效应系数的变化呈现出持续上升趋势（从 2002 年的 0.920 4 上升到 2015 年的 1.141 6），表明能源产业对 GDP 的影响力度不断增强。

### （二）能源进口对国际贸易影响程度逐年增大

长期以来，中国能源贸易以进口石油、天然气，出口煤炭为主，属于能源净进口国。基于海关总署公布的货物贸易总额历史数据，运用自回归模型，对中国长期货物贸易净出口额进行预测；结合 2018 年国际能源署（IEA）《世界能源展望》对中国能源贸易基准情景的长期预测，分析了能源进口对中国国际贸易（货物贸易）的影响（见图 1）。中国能源进口对货物贸易顺差的抵消作用较为明显，到 2025 年能源贸易逆差很可能挤出货物贸易顺差；但随着中国的能源产业结构的进一步升级，能源消费结构也会得到进一步优化，上述抵消作用将有可能得到缓解。

## 三、能源结构变化对能源价格的影响

### （一）影响能源价格变化的因素

#### 1. 能源消费与能源价格

在研究能源价格水平时，采用燃料动力购进价格指数代替能源价格水平，数据来自相关年份《中国统计年鉴》《新中国五十五年统计资料汇编》。按

表 1 能源产业对 GDP 的波及效应系数

时间/年	能源产业对总产出的影响（基于结果）	能源产业对总产出的影响（基于过程）	两种方法的均值	GDP增值系数	能源产业对GDP的波及效应系数
2002	2.373 0	2.361 4	2.367 2	0.388 8	0.920 4
2005	2.911 7	2.914 2	2.913 0	0.340 7	0.992 3
2007	3.138 6	3.156 2	3.147 4	0.324 9	1.022 6
2010	3.209 6	3.228 8	3.219 2	0.322 2	1.037 3
2012	3.109 7	3.151 4	3.130 5	0.335 2	1.049 2
2015	3.500 4	3.485 8	3.493 1	0.326 8	1.141 6

数据来源：根据国家统计局公布的全国投入产出表计算得到。

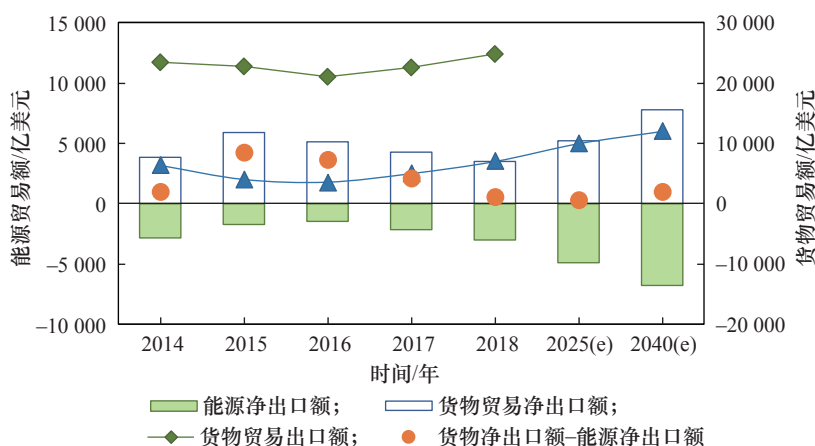


图 1 中国能源进口对货物贸易净出口额影响

注：2018 年以前的数据来源于 IEA、海关总署；（e）表示预测值。

照经济学原理，能源价格上涨，能源需求量应该减少，二者在理论上是负相关关系；然而经过计算，可比燃料、动力价格指数与能源消费总量的相关系数为 2.73，即二者呈正相关关系（见图 2）。这是因为自 1993 年以来，中国各主要能源产品出厂价格有了较大幅度增长，能源价格上涨对能源需求本该起到抑制作用，但由于能源价格弹性偏低，加之整个经济系统也缺乏弹性，价格机制对能源需求的传导作用不明显；同时能源价格体系尚未理顺，市场主体自觉节能机制尚未形成，从而使得能源价格上涨表现为对能源需求的抑制作用有限。

## 2. 市场、管制与能源价格

从理论上分析，价格主要由供给和需求的关系来决定，而政府管制力度决定了市场化程度，即价格对能源供给的敏感程度。提高市场化程度可以增加能源效率，进而影响能源供给结构 [5]。自煤炭价格市场化改革以来，激增的煤炭需求、税收变化导致煤炭价格、采煤利润急剧增长，使得中国自 2009 年起从煤炭净出口国变成了净进口国。然而自

2012 年起，由于煤炭需求增速减慢，煤炭价格开始逆转并连续 4 年下降。为了扭转煤炭价格下降所导致的煤炭企业大面积亏损状况，政府开始对煤炭价格进行管制；通过关闭持续亏损且生产率低的煤炭企业、减少工人工作时间等措施来控制煤炭产量，进而促使煤炭价格自 2016 年 3 月份之后开始逐渐回升。

从整个产业链来看，中国的天然气市场处于严格管制状态，这种管制模式不利于吸引投资、增加供给，使得天然气价格持续处于较高水平。为此政府逐步放松管制，多以市场手段促进天然气市场的发展；其中，重要手段之一是“统一门站价格”，即统一零售价。2015 年 4 月实现存量气与增量气价格并轨，2015 年 7 月建立上海石油天然气交易中心，通过这些市场化改革举措，天然气的统一零售价格有所降低，逐渐接近进口液化天然气的价格。

## 3. 能源投资与能源价格

能源行业投资的增加，会使各地区能源消费强

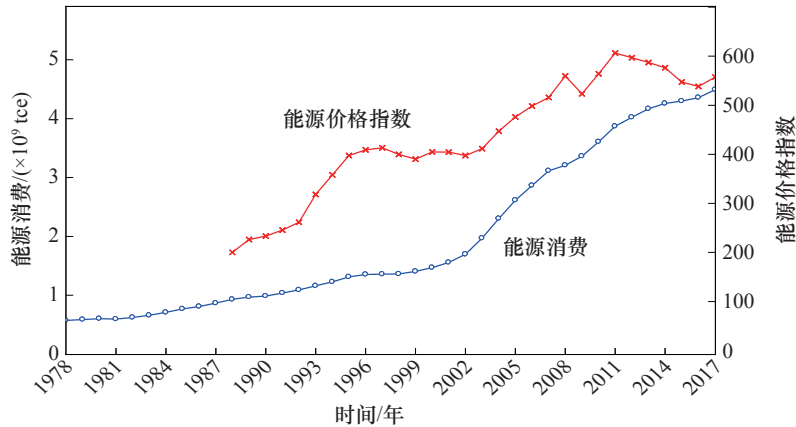


图2 1978—2017年能源消费与能源价格趋势图

度提升,进而影响能源供给结构,由此导致能源价格的变化[5]。能源投资通常通过促进能源供给增加的形式来使得能源价格下降。

#### 4. 技术进步与能源价格

技术进步分为广义和狭义:前者仅指科技创新;后者除科技创新外,还包括管理创新、制度创新等“软”技术进步。技术进步改变能源供给结构,这是通过提高能源效率、影响能源价格来实现的。从1989—2017年燃料动力购进价格指数、液化天然气的价格趋势(见图3)可以看出,在大多数情况下,重大技术突破引发了能源价格降低。

## (二) 能源结构变化对能源价格影响的实证分析

### 1. 模型构建与数据来源

根据前文分析内容,可以认为影响能源价格的因素有:能源消费量、市场化水平、技术进步、投资情况;能源消费结构的转型会产生替代效应,进而导致不同能源价格发生变化;经济增长、城镇化程度也会通过影响能源消费量、能源消费结构来对能源价格产生影响。能源消费结构使用天然气消费占总能源消费的比例、煤炭消费占总能源消费的比例等来表示,经济增长则用人均GDP来表示。

基本模型设定如下:

$$P_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 \times Q_{it} + \alpha_2 \times \text{MARKET}_{it} + \alpha_3 \times \text{Tech}_{it} + \alpha_4 \times \text{Inuest}_{it} + \alpha_5 \times \text{GDPC} + \alpha_6 \times \text{Urban}_{it} + \alpha_7 \times \text{Structure}_{it} + \mu_5 \quad (1)$$

式(1)中, $P$ 为能源价格指数, $Q$ 为能源消费量,

MARKET表示市场化水平,Tech表示技术进步情况(由专利数量、科研投入来衡量),Invest表征投资情况(由固定资产投资来表示),GDPC为人均GDP,Urban表示城镇化程度,Structure表示能源消费结构, $\mu$ 表示随机扰动项, $i$ 为省份, $t$ 为年数。

分析数据来源如表2所示,描述性统计分析如表3所示。

### 2. 计算结果及分析

在模型识别过程中,首先利用普通最小二乘法(OLS)对模型进行参数估计,随后运用固定效应、随机效应模型来分析能源价格的影响因素。相关模型中的年份是2008—2018年、地区为31个省份,年数小于省份数量,可视为一个短面板数据。常用的短面板模型有3种回归模型:混合模型、固定效应模型、随机效应模型。对研究数据进行拉格朗日乘数检验、豪斯曼检验之后,选用固定效应模型,表4给出了3种模型的回归结果。

#### (1) 供给侧因素的影响

市场化程度、技术进步对能源价格的影响显著。市场化程度每增加1%,能源价格将降低3.67%,这与预期一致:随着市场化程度的不断增加,能源价格不断下降。技术水平每增加1%,能源价格将降低19.67%,通常技术进步对能源价格的影响是不可逆的。能源投资会增大能源供给、降低能源价格,如能源投资总量每增加1%,能源价格将降低2.44%。

#### (2) 能源消费量的影响

能源消费量每增加1%,能源价格将增加1.66%,这符合市场规律,即在其他条件不变的情



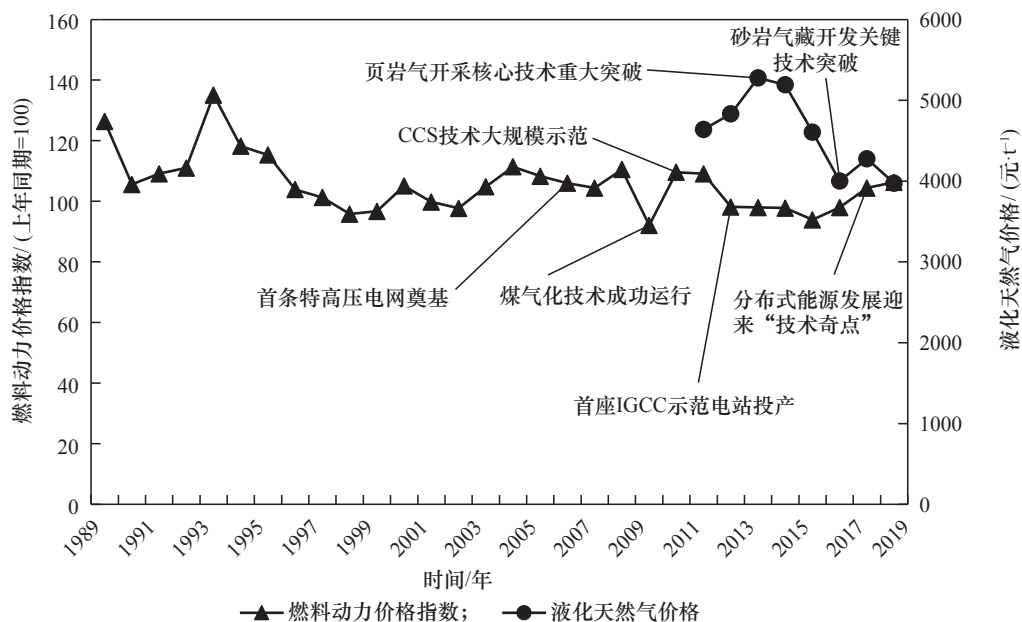


图3 中国能源价格指数和液化天然气价格与技术进步

注：资料来源于中国宏观经济数据库（2018）；CCS指CO<sub>2</sub>捕获和封存；IGCC指整体煤气化联合循环。

表2 能源结构变化对能源价格影响研究的数据来源

变量名称	单位	定义	来源
能源价格指数	1988年为基期	原材料、燃料和动力购进价格指数（PPIRM）	中国宏观经济数据库
技术专利	个	能源相关专利数量	<a href="http://www.pss-system.gov.cn/sipopublicsearch/portal/index.shtml">http://www.pss-system.gov.cn/sipopublicsearch/portal/index.shtml</a> （国家知识产权局专利检索）
市场化指数		地区市场化发展水平和程度	中国分省份市场化指数报告（2016）
固定资产投资	亿元	固定资产投资	中国统计年鉴
科研投入	万元	各省科研经费支出	中国统计年鉴
各类能源供给占比	%	不同种类能源供给占比	中国能源统计年鉴
人均GDP	元	各省总GDP与总人口之比	中国统计年鉴

表3 能源价格影响研究的数据描述性统计分析

变量	观测值	均值	方差	最小值	最大值
能源价格指数	270	101.29	8.632	81.000	130.800
人均GDP	279	5.47	3.099	1.172	16.774
能源投资	274	948.05	721.533	21.122	4021.259
能源专利数量	217	121.17	174.242	0.000	840.000
能源消费量	270	13 779.57	8331.091	1135.000	38 899.000
市场化指数	279	5.99	2.011	-0.300	9.950
年末城镇人口比重	279	53.18	14.136	21.900	89.600
天然气消费占比	270	0.05	0.048	0.002	0.287
煤炭消费占比	270	0.01	0.020	0.000	0.127
电力消费占比	270	0.12	0.040	0.060	0.261
原油消费占比	270	0.13	0.103	0.000	0.488

表 4 能源价格影响研究的模型回归结果

	OLS回归结果	固定效应模型	随机效应模型
Log人均GDP	-0.0605**	0.2490***	-0.0605***
Log能源消费量	0.0442**	0.0166*	0.0442***
Log能源投资	-0.0267*	-0.0244*	-0.0267***
Log (R & D)	-0.0055	-0.1967***	-0.0055
市场化指数	-0.0087	-0.0367***	-0.0087**
年末城镇人口比重	0.0020**	-0.0034	0.0020***
天然气消费占比	0.0006	0.0082**	0.0006
煤炭消费占比	0.0006	-0.0024*	0.0006*
原油消费占比	0.0003	0.0045	0.0003
常数项	5.0171***	4.9704***	5.01714***
豪斯曼检验		Wald chi2(9)=313.97 Pro>chi2=0	
观测值	265	265	265

注：R & D 表示研发投入；Log 为变量的对数形式；\*\*\*、\*\*、\* 分别表示在 1%、5%、10% 统计水平上显著。

况下消费增加必然引起价格上涨。

### (3) 能源消费结构的影响

各种能源消费占比表征的是能源消费结构变化对能源价格的影响。结果表明，天然气消费占比每增加 1%，能源价格将会增加 0.82%；煤炭消费占比每增加 1%，能源价格减少 0.24%；这可能是由于现阶段煤炭价格较低而天然气价格较高所导致的。相较于煤炭、天然气，原油消费占比对能源价格的影响并不明显。

### (4) 需求侧控制变量的影响

需求侧控制变量包括人均 GDP、城市化程度。人均 GDP 和能源价格呈正相关关系，且人均 GDP 每变化 1%，能源价格将变化 24.90%，可见需求侧能源价格的变化很大程度上来源于收入水平。城市化程度与能源价格虽然存在负相关关系，但相关计算结果在统计层面上不明显。

## 四、能源价格波动对能源经济安全的影响

### (一) 能源价格波动对 GDP 的影响

能源价格波动对 GDP 的影响过程具有复杂性，相关传导机制及有效性一直是学术研究的关注点。国内学者因观察角度的不同，所描述的传导机制也不尽相同；相对较多的学者从生产链角度来描述能源价格波动对 GDP 的影响 [5,6]。文中采用基于向量自回归 (VAR) 模型的脉冲响应函数进行检验，

这一过程的优点是无需事先假定模型中各变量的内生性、外生性。

图 4 为获得的脉冲响应图，纵坐标为单位冲击引起的波动（以百分比表示），横坐标表示波动持续时间；展示了能源价格对 GDP 增长率的动态效应：能源价格上升使得 GDP 增长率在未来 5 年内下降；第一年下降快速，如 GDP 增长率可减少 1.46%，后 4 年下降幅度逐渐减小并最终趋向于 0。在短期内，能源价格上涨引起的生产投入减少，将会约束经济增长；但从长期看，能源价格上涨促使节能应用和能源利用效率提升，从而降低能源价格对经济影响的负面效应。

研究进一步发现，向前 8 年的预测，有 87% 的预测方差来自 GDP 增长率本身，其余 13% 来自能源价格。这意味着 GDP 增长率在更大程度上是受自身影响，相关结果和理论预期较吻合。

### (二) 能源价格波动对劳动力市场的影响

根据市场配置理论，能源价格波动会重新配置市场的资源（含资本、劳动力），因此会对劳动力市场产生影响。图 5 为获得的脉冲响应图，展示了能源价格对失业率的动态效应。结果表明：能源价格上升在未来两年内会降低失业率，最低降低 1.17%；但从长期来看，能源价格上升会使失业率增加 1.23%。

研究进一步发现，向前 8 年的预测，有 57%

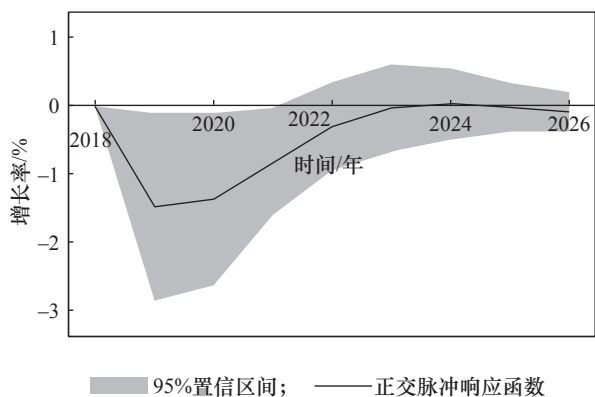


图4 能源价格指数对GDP增长率的影响脉冲响应图

注：能源价格指数来源于中国宏观经济数据库，以1998年为基期的原材料、燃料和动力购进价格指数；GDP数据来源于国家统计年鉴。

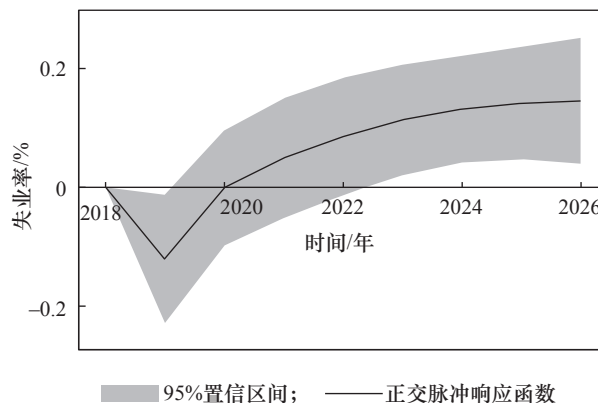


图5 能源价格指数对失业率影响的脉冲响应图

注：能源价格指数来源于中国宏观经济数据库，以1998年为基期的原材料、燃料和动力购进价格指数；失业率数据来源于国家统计年鉴。

的预测方差来自失业率本身，其余的43%来自能源价格。这意味着失业率受其自身和能源价格的影响程度较为接近。

## 五、能源效率变化对能源经济安全的影响分析

在能源革命的进程中通常伴随着能源效率提升。为了更准确反映未来能源结构改变对中国能源经济安全的影响，进一步考虑能源效率提升通过影响能源消费来对能源价格产生的影响。

### （一）能源效率变化对能源需求的影响

#### 1. 模型构建与数据来源

构建的计量模型设定如下：

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 EI_{it} + \beta_2 R2_{it} + \beta_3 R3_{it} + \beta_4 \log(IM)_{it} + \beta_5 FIX_{it} + \mu_5 \quad (2)$$

式（2）中， $Y$ 为能源消费， $EI$ 表示能源强度， $R2$ 、 $R3$ 分别表示第二、第三产业占GDP的比值， $IM$ 表示进出口额， $FIX$ 表示燃料动力指数， $\mu$ 为随机扰动项。

使用数据来源于《中国统计年鉴》、各省份统计年鉴、1990—2015年各省份面板数据。估算方法为动态面板数据模型，可对问题的动态关系进行分析，涵盖个体差异、减少数据加总产生的偏误。

#### 2. 计算结果及分析

表5展示了使用面板数据固定效应模型得到的回归结果：能源效率越高，能源消费总量越低；没

有发现反弹效应。

### （二）能源效率变化对能源价格的影响

使用类似的数据和回归方法，考察了能源效率对能源价格（燃料、动力类购进指数）的影响。表6展示了实证回归结果，分别来自OLS、面板数据固定效应模型（FE）、动态面板数据回归模型（DPD）。可以看出，随着能源强度的增加，能源价格指数有所下降；能源价格随着能源效率的提高而降低，影响结果均较明显（1%统计水平）；单位GDP能耗每降低1 tce/万元，能源价格指数会降低3.1%，即能源效率的提高对减缓能源价格上升具有明显的作用。

### （三）能源价格变化处于可接受范围

能源效率提高可以减缓能源结构变化（主要是天然气消费比例上升，煤炭消费比例下降）、对能源价格产生的不利影响，从而减缓由于能源价格上涨对宏观经济平稳运行的冲击。随着中国经济的不断增长，居民对能源价格的承受能力也会增加。中国单位GDP能源消费价格呈现逐年下降的趋势，这表明中国承受能源转型带来的能源价格上涨能力在增强。

一些发达国家，如美国、英国、德国、日本也在积极开展能源转型。欧洲国家根据《巴黎协定》，决定到2050年全面淘汰化石能源。美国页岩气革命也使其能源消费结构更加清洁化。日本国内能源对外依存度较高，因而大力发展可再生能源来保障能源供给安全。与这些国家相比（见图6），当前中

表 5 使用面板数据固定效应模型的回归结果

解释变量	总的能源消费增长	电力消费增长	煤炭消费增长	原油消费增长	天然气消费增长
能源强度	0.178***	0.183***	0.164***	0.203***	0.130***
Log(GDP)	0.715***	0.517***	0.636***	0.940***	0.632***
第二产业占比	1.232***	1.614***	1.947**	-1.519***	2.006***
第三产业占比	-0.1220	0.0273	-2.074**	0.516	1.521***
Log(进出口额)	-0.0191	0.0724***	0.158***	-0.0838**	0.0824***
燃料动力指数	0.000 432	0.001 86	-0.000 692	0.004 98**	0.000 881
常数项	2.247***	1.916***	-2.170***	-1.948***	-2.028***
观测值	456.000	378.000	378.000	378.000	368.000
R-squared	0.946	0.863	0.697	0.755	0.963

注：\*\*\*、\*\*、\* 分别表示在 1%、5%、10% 统计水平上显著。

表 6 能源效率对能源价格的影响

变量	OLS	FE	DPD
能源强度	2.470***	3.303***	3.102***
能源消费量	-4.39e-05	0.000354	0.000271
Log(GDP)	-1.754	-9.813***	-18.160***
第二产业占比	-4.723	40.380**	120.100***
第三产业占比	-32.380***	4.622	25.190
Log(进出口额)	2.608***	6.004***	9.564***
Log(能源投资)	-0.254	1.760**	3.324***
常数项	92.160***	45.830***	-0.177
观测值	450.000	450.000	450.000
R-squared	0.186	0.276	—

注：\*\*\*、\*\*、\* 分别表示在 1%、5%、10% 统计水平上显著。

国人均 GDP 相对较低，而综合能源价格也处于相对较低水平；随着未来中国经济的发展，人均 GDP 将不断提高，能源综合价格的上升应该仍保持在可以接受的范围内。

## 六、结语

### (一) 研究结论

第一，随着未来天然气消费比例的提高、煤炭消费比例的降低，中国总体能源价格将呈现上升态势。具体而言，天然气消费占全部能源消费比例每增加 1%，能源价格将会增加 0.82%；煤炭消费占比每增加 1%，能源价格减少 0.24%。

第二，影响能源价格变化的其他因素中，经济增长、能源消费上升是重要因素；技术进步、能源投资增长、市场化程度提高则会降低能源价格。其中，技术进步对能源价格降低的促进作用最大，其

次是市场化程度。

第三，能源价格变化对 GDP 有比较重要的影响。能源价格上升会使 GDP 增长率在未来 5 年内下降，尤其第一年快速下降；GDP 受自身影响程度更大，GDP 增长中高达 87% 的比例部分来自其自身因素，而能源价格变化的影响相对不大。

第四，能源价格的变化对劳动力市场也具有一定的影响。从长期看，能源价格上升会增加失业率，但影响程度相对有限。

第五，考虑能源效率的变化情况，能源革命对能源经济安全的不利影响进一步减弱。能源效率提升有利于减少能源消费，进而驱动能源价格降低。

综上，能源革命将带来中国能源价格的提高，但随着中国市场开放度、技术进步水平、能源效率的提高，相应能源价格上升程度整体可控；能源价格上升对中国宏观经济的平稳运行影响有限，仍处



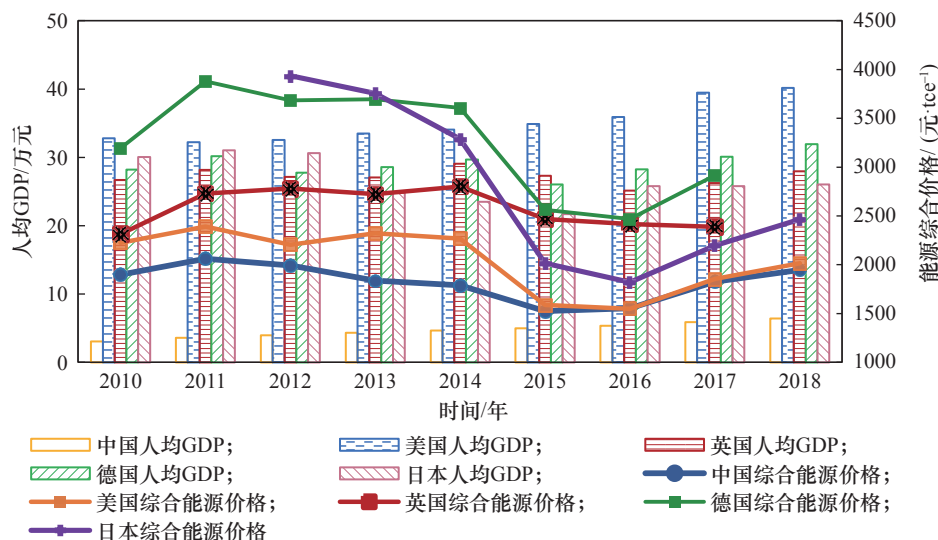


图6 不同国家人均GDP与能源综合价格

注：数据来源于BP统计年鉴2018、欧洲统计局、日本经济产业省、能源专业知识服务系统。

于国民经济和人均消费承受能力范围内。

## (二) 政策启示

第一，注重促进技术进步与能源转型的紧密结合，推动技术密集型清洁低碳能源产业的发展。能源技术进步有利于降低能源革命进程中的能源价格，相关举措在减缓能源革命进程对能源价格的冲击作用方面具有积极意义。

第二，进一步深化能源市场化改革，注重提高能源市场的竞争性。提高市场开放度有利于降低能源价格，在更大程度上引入市场机制，对降低能源革命进程中能源价格上升的风险具有重要价值。

### 参考文献

[1] Yuan J H, Kang J G, Zhao C H, et al. Energy consumption and economic growth: Evidence from China at both aggregated and disaggregated levels [J]. Energy Economics, 2008, 30(6): 3077–3094.

[2] 丁志华, 李文博, 周梅华, 等. 煤炭价格波动对中国实体经济的影响研究 [J]. 北京理工大学学报(社会科学版), 2014, 16(2):

18–23.

Ding Z H, Li W B, Zhou M H, et al. Impact of coal price fluctuation on China's real economy [J]. Journal of Beijing Institute of Technology(Social Science Edition), 2014, 16(2): 18–23.

[3] 何念如, 朱闰龙. 世界原油价格上涨对中国经济的影响分析 [J]. 世界经济研究, 2006 (2): 47–53.

He N R, Zhu R L. Analysis of the impact of world oil price on China's economy [J]. World Economy Studies, 2006 (2): 47–53.

[4] 魏涛远. 世界油价上涨对我国经济的影响分析 [J]. 数量经济技术经济研究, 2002, 19(5): 17–20.

Wei T Y. The influence of a rise in world oil price on Chinese economy [J]. The Journal of Quantitative & Technical Economics, 2002, 19(5): 17–20.

[5] 国涓, 张璐. 中国能源消费与经济增长关系的实证分析 [J]. 辽宁工程技术大学学报(社会科学版), 2008, 10(3): 248–251.

Guo J, Zhang L. Empirical analysis of the relationship between China's energy consumption and economic growth [J]. Journal of Liaoning Technical University(Social Science Edition), 2008, 10(3): 248–251.

[6] 申萌, 蔡宏波. 能源成本变化对异质性工业行业的影响 [J]. 南京大学学报(哲学·人文科学·社会科学), 2014, 51(6): 27–35.

Shen M, Cai H B. Impact of energy cost changes on heterogeneous industries [J]. Journal of Nanjing University(Philosophy, Humanities and Social Sciences), 2014, 51(6): 27–35.