

国内外能源相对价格对中国高、低能耗行业出口的差异化影响 ——基于小波时频分析方法的研究

吴凌芳 杨迎春 李琼源

摘要: 中国的能源价格机制尚未完全市场化,使得国内外能源价格走势存在差异,形成了国内外能源相对价格。本文首先采取非竞争型投入产出法测算出中国各出口行业的能耗,并按照能耗高低顺序将其划分为高、中、低能耗行业,进而采用小波时频分析方法,从“时域”与“频域”两个维度考察国内外能源相对价格对中国高、中、低能耗行业出口的差异化影响。根据实证结论,中短期内,国内外能源相对价格有利于高、中、低能耗行业出口,但效应从高到低依次递减;长期看,高、中能耗行业出口增长将导致国内外能源相对价格呈现缩小趋势。为兼顾缓解能源问题与促进出口贸易的发展,政府应积极改革国内能源价格形成机制,并采取针对性贸易政策以引导不同能耗行业出口发展。

关键词: 能源相对价格;行业能耗;出口贸易;小波时频;差异化影响

中图分类号: F752

文献标识码: A

文章编号: 1006-1894 (2018) 03-0038-13

一、引言

改革开放以来,中国工业化进程不断加快,对外贸易持续增加,中国经济进入高速增长阶段,以高能耗产业为主导的粗放型经济增长模式使中国能源需求与日俱增。中国是世界商品贸易出口第一大国,同时也是世界第一大能源消费国。作为“世界加工厂”,中国商品出口能耗水平与发达国家相比仍存在较大差距。根据本文测算,2014年中国出口商品总耗能高达110,056.2万吨标准煤,单位出口能耗为0.1962万吨标准煤/百万美元,这两项指标均高于同期美国的水平。^①巨大的能源消耗和高度对外贸易依存度并存,特别是在单位出口能耗远高于发达国家水平的现实情形下,中国出口贸易的发展引发了对能源与环境问题的考验。

中国“十三五”规划中提到,在未来5年要实现单位碳排放年递减18%、单位GDP能源消耗年降低15%,同时优化贸易结构,培育出口新优势。近年来,国际

作者简介: 吴凌芳,厦门理工学院经济与管理学院讲师,经济学博士,研究方向:环境与贸易;杨迎春(通讯作者),上海电力学院经济与管理学院副教授,经济学博士,研究方向:国际贸易理论与政策、能源经济理论与政策;李琼源,上海电力学院经济与管理学院硕士研究生,研究方向:能源经济理论与政策。

基金项目: 国家社会科学基金青年项目“国内外能源相对价格对中国高、低能耗行业出口的差异化影响及对策研究”(项目编号:15CJY058)。

① 根据 <http://www.stats.gov.cn/>、<https://www.eia.gov/> 和 <https://www.bea.gov/> 网站数据测算而得。

能源市场价格频繁波动,国内能源价格也随之调整,但调整时点相对滞后,幅度相对有限。对比2000~2014年间国内外能源月度价格指数,可以发现国内外能源价格长期走势基本相同,但同期波动幅度存在差异。如图1所示,2000~2003年国际与国内能源价格变化趋势基本一致,但国内能源价格调整幅度较国际能源价格略小。2003~2008年国际能源价格上涨幅度远远大于国内,2009年下跌幅度也大幅超过国内,2009~2013年国际能源价格上涨幅度又再度大于国内,2014年下降幅度又大于国内。整体而言,国内能源价格变动相对平稳,但国际能源价格波动幅度较大,国内能源价格调整基本滞后于国际能源价格的调整。所谓国内外能源相对价格即指国内外能源的价格波动差异,是为避免国内外能源绝对价格比较中存在的统计误差,旨在衡量国内外能源价格走势差异的指标。



图1 国际国内能源价格指数

资料来源:CEIC及Primary Commodity Prices。

根据要素禀赋论,由于各国能源储备的相对稀缺程度不同以及能源要素本身的特殊性,国内外能源价格形成机制上存在一定差异,这就导致了国内外能源相对价格的存在。2000~2014年期间,国内外能源相对价格体现为国内价格波动幅度小于国际能源价格,这就使得中国出口商品整体的生产成本与运输成本波动更为平缓,但是,不同能耗行业因其能源要素投入的差异,能源价格变动对其成本的影响和节能改进的影响都存在一定的差异。国内外能源相对价格通过成本差异对高、中、低能耗行业出口的影响存在什么样的不同?本文正是以此为起点,研究国内外能源相对价格对中国高、中、低能耗行业出口的差异化影响,进而提出合理的能源政策和出口贸易政策,优化出口结构,以实现出口贸易稳定可持续发展与节能减排双重战略目标。

二、文献综述

现有文献中关于能源价格与出口贸易发展的研究可以归纳为以下几个重点:(1)相互因果关系研究。分析层面主要集中在两者之间的宏观关系,如韩民春和樊琦(2007)对国际原油价格波动与我国工业制成品出口之间的相关关系进行了实证研究,运用出口增长率等经济指标进行相关性分析和Granger因果检验,认为近年来国际原油价格的波动给中国制造业出口造成了直接影响。胡光辉等(2013)采用了季度

数据对国际原油价格与中国对外贸易的关联性进行了研究,认为国际石油价格与中国出口贸易额之间存在长期均衡关系,国际石油价格对中国出口贸易额因果关系十分明显,且存在对称性。(2)就能源价格对出口贸易发展的影响进行定量分析。如胡宗义等(2008)将能源替代模块和能源强度指标纳入中国CGE模型-MCHUGE模型,研究提高能源价格对能源强度和经济增长的影响,结果表明提高能源价格导致出口下降,并模拟了能源价格提高相应的幅度及出口相应的下降幅度。杨迎春和岳咬兴(2010)定量分析国内外能源相对价格对中国出口规模的短期和长期影响问题。Korsakienė等(2014)对立陶宛的能源价格变动引发的工业部门的发展和出口影响做了系统的分析,基于2000~2011年的数据分析,认为能源价格上涨对其工业部门的发展和出口影响甚微,两者之间的相关性并不明显。Abimanyu(2016)检验了2012~2016年印度尼西亚的油价变动与出口额的相关性,发现两者之间具备正向关系。(3)从能源价格影响出口贸易结构的视角出发的研究。陈刚和余燕春(2008)在定义能源约束量化指标的基础上,建立了能源价格约束对出口贸易结构影响的动态计量模型,结果表明,短期内,能源约束通过直接的价格冲击和间接的生产要素转移带动贸易结构的优化;从长期看,能源约束对出口贸易结构的调整方向具有不确定性。江静和路瑶(2010)基于ISIC的分析表明,能源价格的提高对除了炼焦和精炼石油制品以外的其他行业的出口竞争力带来负面影响,且影响幅度存在一定的差异,在一定程度上冲击了中国出口结构。邵朝对(2012)利用与进出口价格相关联的投入产出模型,计算模拟了国际能源价格冲击对中国贸易结构的传递效应,认为能源价格冲击恶化了出口结构,长期而言对我国贸易结构调整起到一定的阻碍作用。

以上学者为探索能源价格与出口贸易关系做了大量有益贡献,但也存在一定的局限性。首先,在分析方法选择方面,多数只关注因果关系等传统时间序列研究方法,仅从时间维度考虑能源价格与出口的“时域动态关联性”,而忽视了两者在频率维度上可能存在的“频域动态关联性”。其次,在指标的选取上,关于能源价格的思考,现有研究主要都集中在封闭情形下,仅考量国内能源价格变动对出口贸易的影响,未能结合国内、国际能源价格差异化波动这一现象的存在来思考开放情形下能源价格的影响及对策。再次,关于出口行业的分类考量,目前能源价格变动影响行业出口幅度的分析大都以出口行业为一个整体,尚无将行业基于不同能耗水平进行分类,未能分别分析能源价格对高、中、低能耗行业的不同影响,不利于发现两者之间更深层的相互关系,从而难以提出更有针对性的政策建议。基于上述原因,在方法的选择上,本文采用Morlet小波时频互相关分析方法,该方法不仅从“时域”和“频域”两个维度分析时间序列的动态相关性,而且其理论基础更加广泛——不需要时间序列满足平稳性要求,也就意味着其在分析传统计量方法难以解决的非平稳时间序列问题时,较传统因果检验方法更有优势。在变量的选取上,选取国内外能源价格走势差异,即以国内外能源相对价格替代能源价格,分别探索其对高、中、低能耗行业出口的

影响。

三、分析方法与数据来源说明

(一) 中国出口商品能耗测算及行业出口结构归类

各类商品的生产不仅在生产的过程中直接消耗能源,而且还通过中间投入品间接消耗能源,两者之和为商品最终消耗的隐含能耗。商品隐含能耗的计算依赖于投入产出模型中的直接能源消耗系数和完全能源消耗系数。各类商品的直接能源消耗系数是生产单位产品对各类能源产品的直接使用量,其计算公式为 $EI_i = E_i / X_i$, E_i 是 i 产业消耗的总能源量, X_i 是 i 产业的总产出。各行业出口品的直接与间接总耗能假定为 C_i 。

$$C_i = EI_i (I - A)^{-1} EX_i \quad (1)$$

EI_i 是各类商品直接能耗系数, $(I - A)^{-1}$ 是中间投入产出矩阵, EX_i 是各类商品出口量。世界投入产出数据库编制的中国投入产出表将国民经济划分为 56 个部门,通过该表与能源平衡表及工业分行业终端能源消费量表对比分析,按产品用途、耗能模式相近原则,将所有部门(行业)归类,最终得到与出口商品相关的 14 个行业类别,分别是:[1] 农林牧渔业; [2] 采矿采石业; [3] 食品和烟草制造业; [4] 纺织和服饰制造业; [5] 木材制造、家具制造及其他制造业; [6] 造纸印刷和出版业; [7] 焦炭和精炼石油制品制造业; [8] 化学工业; [9] 非金属矿物制品业; [10] 金属原料和合金制品制造业(机械设备除外); [11] 通信设备、计算机及其他电子设备制造业; [12] 机械设备维护修理安装业; [13] 交通运输设备制造业; [14] 电力、燃气、蒸汽和热力供应。为行文方便,下文将以行业代码表示出口行业类别。根据公式(1)的计算结果与各行业出口额之比,测算 2000~2014 年中国 14 个出口行业的商品能源密度,结果如图 2 所示,图 2 中各行业出现顺序按平均单位能耗从大到小排列。从图 2 可以发现,中国各行业能源密度总体呈下降趋势,但是能耗相对高低基本保持不变。

按 2000~2014 年各行业出口商品的能耗平均密度进行排序,商品平均能耗密度处于前 1/3 的归类为高耗能产业(即代码为 [14]、[9]、[10]、[2]、[7] 的行业),主要包括能源供应业、采矿及金属与非金属制造业;处于中间 1/3 的归类为中等耗能产业(即代码为 [8]、[6]、[12]、[13] 的行业),主要集中于化工与机械和设备制造业;其余行业则为低耗能产业,体现为各类农产品、食品及各类生活消费品制造业。将各出口商品出口额按能源密度合并后,高、中、低能耗商品出口占出口总商品的比重如图 3 所示。在考察期间内,中国高能耗行业出口总额虽然呈持续增加的趋势,但其所占比重有所下降,从 2000 年占比 16% 下降为 2014 年的 12%,这表明一定程度上中国出口商品的能耗结构有所改善。然而与之相伴随的是,中等能耗行业出口比重呈波动式向上增加,增速较快,出口额由 2000 年的 8,380.43 亿元人民币增长为

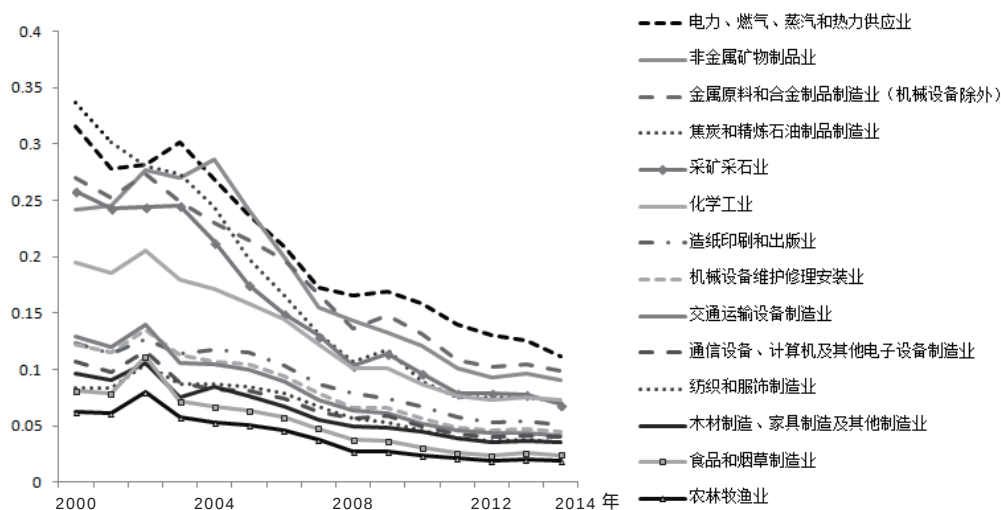


图2 2000~2014年各出口行业能源密度（单位：万吨标准煤/百万美元）

资料来源：根据 WIOD 数据库与历年《中国统计年鉴》的数据计算而得。

2014 年的 77,518.82 亿元人民币，增长了 9.24 倍，占全国商品出口比重由 63.5% 上升到 73.3%。与此同时，低能耗行业出口比重呈下降趋势，由 2000 年的 20.5% 下降为 2014 年的 14.7%。由上述分析可以发现，目前中国的出口商品能耗结构有一定程度改善，但仍集中于高、中能耗行业的出口，2014 年两者占总出口比重高达 85.3%。

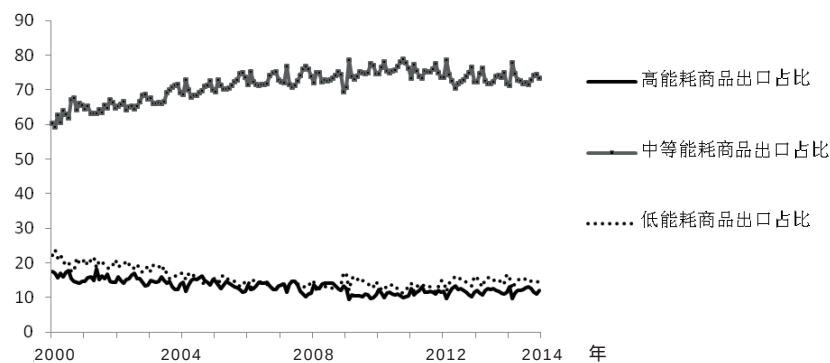


图3 中国2000~2014年高、中、低能耗行业出口结构变动

资料来源：根据 WIOD 数据库与 CEIC 数据库数据计算而得。

（二）Morlet 小波分析方法变换

作为一种新的信号分析处理技术，小波分析方法在处理非平稳时间序列和反映时域信息方面体现出很大的优越性。它能将不同频率的波动和不同长度的时间窗口结合起来进行分析，从而能更好地甄别时间序列，包括非平稳时间序列中的结构转变，因而它具有良好的时域和频域局部化性质。相较于之前分析能源价格与出口结构关系多使用年度数据，本文将利用月度数据，以便更好地发现两者间的频域变化关系。

1. 连续小波的变换

所谓小波变换,即将原始时间序列分解为一系列由某个特定的母小波(Mother Wavelet)经过位置平移和尺度伸缩后得到的基小波(Basis Wavelet)叠加,从而得到一个时间—频率的二维平面,将原始时间序列中看不到的信息在时域和频域上进行显示。小波变换包括离散小波变换和连续小波变换。其中,连续小波变换更适合于信号的提取,在经济领域运用得较多,因而这里也使用连续小波变换。假设原始时间序列为 $X(t)$,那么其连续小波变换如下:

$$W_x(u, s) = \int_{-\infty}^{+\infty} x(t) \varphi_{u,s}^*(t) dt \quad (2)$$

公式(2)中,*表示复共轭, $\varphi_{u,s}^*(t)$ 是 $\varphi_{u,s}(t)$ 函数的复共轭函数,而 $\varphi_{u,s}(t)$ 即为基小波函数。它是由母小波函数 $\varphi(t)$ 进行伸缩与平移后得到的一组函数序列。基小波函数 $\varphi_{u,s}(t)$ 与母小波函数 $\varphi(t)$ 之间的关系可由公式(3)表述如下:

$$\varphi_{u,s}(t) = \frac{1}{\sqrt{s}} \varphi\left(\frac{t-u}{s}\right) \quad (3)$$

公式(3)中, s 被称为尺度参数,用来衡量母小波的伸缩程度, u 被称为平移参数,用来反映母小波平移位置,在一定意义上对应着频率的高低。由于 s 和 u 都是连续变化的值,所以 $\varphi(t)$ 被称为连续母小波函数, $\varphi_{u,s}(t)$ 被称为连续基小波函数, $W_x(u, s)$ 被称为连续小波变换函数。母小波函数的形式有很多,最常用于连续小波变换的母小波函数是Morlet小波。因此,本文将延用高斯包络下的单频复正函数Morlet小波函数,其函数的表达如公式(4)。

$$\varphi_{w_0}(t) = \pi^{-1/4} (e^{i w_0 t} - e^{-w_0^2/2}) e^{-t^2/2} \quad (4)$$

波数 w_0 代表高斯包络线内震荡的次数。 w_0 较高,导致Morlet小波的时域局部化性质较差,而 w_0 较低,导致Morlet小波频域局部化性质较差。所以,为确保小波时域与频域局部化性质较好,通常取 $w_0 = 6$ 。当 $w_0 > 5$ 时, $e^{-w_0^2/2}$ 可以忽略不计,因此,此时的Morlet小波简化为 $\varphi(t) = \pi^{-1/4} e^{i w_0 t} e^{-t^2/2}$ 。

2. 小波功率谱

单个时间序列 $X(t)$ 的小波功率谱亦称为小波自功率谱,用来反映 $X(t)$ 在时域和频域组合下的波动性。 $X(t)$ 的小波自功率谱被定义为 $|W_x(u, s)|^2$,如下式所示:

$$\delta_x^2 = \frac{1}{C} \int_0^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} |W_x(u, s)|^2 \frac{duds}{s^2}。自Hudgins等首次用 $W_{xy}(u, s) = W_x(u, s) W_y^*(u, s)$ 来表示时间序列 $X(t)$ 与 $Y(t)$ 的交叉小波功变换,相应地,两者的交叉功率谱被表示为 $|W_{xy}(u, s)|^2 = |W_x(u, s)|^2 |W_y^*(u, s)|^2$,$$

用以反映两者间在时域和频域组合下的局部联动性。

3. 小波相关系数

小波相关系数是在小波功率谱的基础上,进一步用时间序列 $X(t)$ 与 $Y(t)$ 的交叉

小波功率谱与两者之间的小波自功率的比值而得到的。根据 Torrence 和 Webster 的研究, 得到小波相关系数的平方形式如下:

$$R^2(u, s) = \frac{|S(s^{-1}W_{xy}(u, s))|^2}{S(s^{-1}|W_x(u, s)|^2)S(s^{-1}|W_y(u, s)|^2)} \quad (5)$$

S 代表时频正态化处理下的平滑因子。由公式(5)可知 R^2 的取值范围在 0~1 之间。 R^2 的大小由之后分析彩色刻度条的形式直观地反映出来, 当 R^2 取值为 0 时, 表示时间序列 $X(t)$ 和 $Y(t)$ 之间完全无关; 当 R^2 取值为 1 时, 表示两者完全相关。其中, 颜色由蓝到黄依次对应着国内外能源价格差异和出口之间相关系数由小到大。

4. 小波相位差

Bloomfield 等定义时间序列 $X(t)$ 与 $Y(t)$ 之间相位差等于交叉小波功率 $W_{xy}(u, s)$ 的虚数部分 I 与实数部分 R 间的比值, 如公式(6)所示:

$$\phi_{xy}(u, s) = \tan^{-1}\left(\frac{I\{S(s^{-1}W_{xy}(u, s))\}}{R\{S(s^{-1}W_{xy}(u, s))\}}\right) \quad (6)$$

$\phi_{xy}(u, s)$ 的取值范围在 $[-\pi, \pi]$ 之间。当 $\phi_{xy}(u, s) \in (-\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{2})$ 时, $X(t)$ 与 $Y(t)$ 正相关, 在相位差回归图中以箭头表示, 箭头向右, 其中, 当 $\phi_{xy}(u, s) = 0$ 时, 表示 $X(t)$ 与 $Y(t)$ 完全正相关, 箭头水平向右。当 $\phi_{xy}(u, s) \in (\frac{\pi}{2}, -\frac{\pi}{2})$ 时, $X(t)$ 与 $Y(t)$ 负相关, 在相位差回归图中箭头向左, 其中, 当 $\phi_{xy}(u, s) = \pi$ 时, 表示两者完全负相关, 箭头水平向左。当 $\phi_{xy}(u, s) \in (-\frac{\pi}{2}, 0)$ 或 $\phi_{xy}(u, s) \in (\frac{\pi}{2}, \pi)$, 即箭头向右下方或左上方, $X(t)$ 领先于 $Y(t)$, 即 $X(t)$ 变动是引起 $Y(t)$ 变动的原因。当 $\phi_{xy}(u, s) \in (0, \frac{\pi}{2})$ 或 $\phi_{xy}(u, s) \in (-\pi, -\frac{\pi}{2})$ 时, 即箭头向右上方或左下方, $Y(t)$ 领先于 $X(t)$, 即 $Y(t)$ 变动是引起 $X(t)$ 变动的原因。在相位差回归图中, 虚线表示小波相关性的影响锥 (COI), 影响锥表示边缘效应在相关性数据中出现的位置。由于边缘效应, 对于影响锥外部相关区域给予较少可信性。^①

(三) 数据来源说明

各行业出口商品的月度数据通过中国经济数据库 (CEIC) 中按标准国际贸易分类 (SITC) 月度数据与世界投入产出表的年度数据进行比对得到。国内能源月度价格选取国内生产者购进动力价格指数替代, 该数据来源于中国经济数据库 (CEIC), 国际能源月度价格指数 (包括原油、天然气和煤炭价格指数) 来源于 IMF 数据库中

① 蔡静. MATLAB R2015a 小波分析 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2016.

的初级商品价格。为确保能源价格的可比性,将国内外能源价格根据指数以 2005 年价格为基年进行调整。国内外能源相对价格以国内、国际能源价格波动幅度差异计算得到。分析时间范围为 2000 年 1 月~2014 年 12 月。

四、国内外能源相对价格对高、中、低能耗行业出口的影响分析

(一) 稳健性检验及因果关系分析

本部分进行的稳健性检验主要包括两个方面:一是检验国内外能源相对价格指标的敏感性,直接使用国内、国际能源价格指数的差异代表国外能源相对价格波动;二是为了验证采取 Morlet 小波时频方法的可行性,运用传统分析方法 Johansen 协整与格兰杰(Granger)因果检验方法,对国内外能源相对价格与不同能耗行业出口之间的关系进行检验。国内外能源相对价格(ENP)与高、中、低能耗行业出口(EXH、EXM、EXL)均存在单位根,且在一阶差分后平稳。因此,相关变量可以直接做协整与因果检验分析,分析结果如表 1 和表 2 所示。限于篇幅,单位根检验结果不予显示,Johansen 协整检验最大特征值检定结果与特征根迹检定结果相似,因此,文中仅显示特征根迹检定结果。

表 1 Johansen 协整检验结果

原假设	特征根检定		结论
	统计值	P 值	
ENP 与 EXH 不存在协整关系	11.70070	0.1718	接受原假设
ENP 与 EXM 不存在协整关系	17.21964	0.0272	拒绝原假设
ENP 与 EXL 不存在协整关系	12.14923	0.1499	接受原假设

表 2 格兰杰因果关系检验结果

原假设	F 值	P 值	结论
ENP 不是 EXH 的格兰杰原因	5.59369	0.00009	拒绝原假设
EXH 不是 ENP 的格兰杰原因	1.77458	0.1208	接受原假设
ENP 不是 EXM 的格兰杰原因	3.86734	0.0024	拒绝原假设
EXM 不是 ENP 的格兰杰原因	3.79034	0.0028	拒绝原假设
ENP 不是 ENL 的格兰杰原因	2.72956	0.0213	拒绝原假设
EXL 不是 ENP 的格兰杰原因	1.86444	0.1033	接受原假设

由表 1 和表 2 的检验结果发现,除中等能耗行业出口外,国内外能源相对价格与不同能耗行业出口变动均不存在长期的协整关系,且国内外能源相对价格是高、中、低能耗行业出口变化的原因,中等能耗行业出口会引致国内外能源相对价格出现波动。以上结论说明能源相对价格的优势能促进中国所有行业出口的短期增长,但长期继续依赖能源价格优势并不能维持中国出口的长期优势。两者因果关系确立后,国内外能源相对价格是如何影响中国高、中、低能耗行业的出口呢?以下将进行进一步的分析探索。

（二）国内外能源相对价格与高、中、低能耗行业出口的深层次关系

为了识别国内外能源相对价格对中国高、中、低能耗行业出口的具体影响，根据文中阐述的 Morlet 小波时频分析法，从“时域”和“频域”两个维度分析时间序列的动态相关性，分析国内外能源相对价格与各能耗行业出口的深层次关系。实证结果如图 4~6 所示。在各互相关系数回归图中，时间尺度以年为单位，文中将 1 年以内定义为短期，1~4 年定义为中期，4 年以上定义为长期。Matlab 默认显示阈值为 0.5，文中为了更清晰地探索两者关系，将阈值设置为 0.7。为方便行文，下文只描述国内外能源相对价格与各能耗出口行业小波相关系数大于 0.7 的部分（图片中灰白区域），即下文基于两者高度相关的前提下展开两者相互关系分析。

1. 国内外能源相对价格与高能耗行业出口的关系

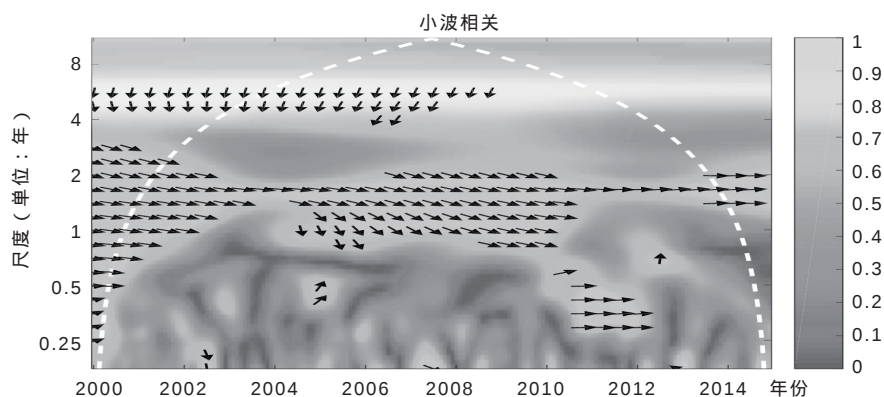


图 4 国内外能源相对价格与高能耗行业出口小波互相关系数

从图 4 可以发现，在尺度范围 2 年内，2000~2004 年期间，在尺度范围 1~2 年间，2004~2011 年期间，箭头向右下方，根据小波相位差原理，意味着国内外能源相对价格与高能耗行业出口正相关，且国内外能源相对价格领先于高能耗行业出口，即国内外能源相对价格是高能耗行业出口增加的重要原因。在尺度范围 0.5 年内，2010~2012 年间，箭头水平向右，根据小波相位差原理，意味着两者完全正相关，国内外能源相对价格增大导致高能耗行业出口快速增长。通过以上分析可以发现，2002~2014 年期间，特别是 2004~2012 年间，中短期内国内外能源相对价格对高能耗行业出口增加起到了非常重要的作用。以上现象的原因主要在于“要素成本效应”，除 2008~2009 年外，研究期间内国际能源价格上涨幅度远超过国内能源价格，这使得短期内国内高能耗行业的生产与运输的能源成本都低于国际市场，使得中国高能耗行业在出口方面具备静态能源要素成本优势。在尺度范围 5~6 年间，2003~2008 年期间，箭头向左下方，根据小波相位差原理，意味着国内外能源相对价格与高能耗行业出口呈负相关，高能耗行业出口领先于国内外能源相对价格，即高能耗行业出口增长是国内外能源相对价格减少的长期原因。这一结论与要素价格均等化理论的结论一致，即从长期来讲，通过政策维持国内外能源相对价格以实现中国高能耗

行业的出口优势是不现实的，中国高能耗行业的持续出口增长势必导致国内外能源相对价格优势的丧失。

2. 国内外能源相对价格与中等能耗行业出口的关系

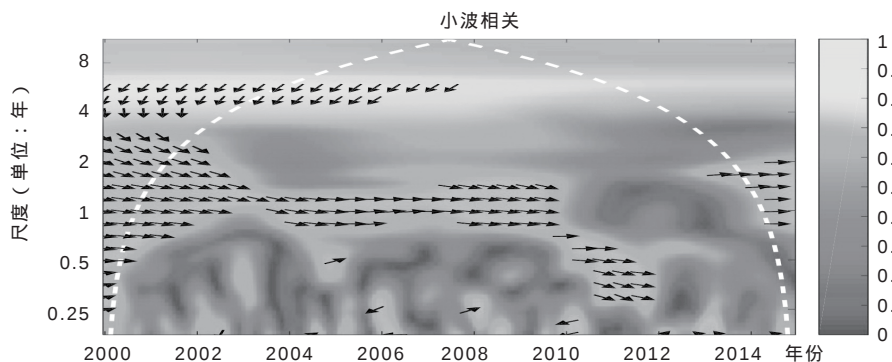


图5 国内外能源相对价格与中等能耗行业出口小波互相关系数

从图5可以发现，在尺度范围0.5~2年，2000~2003年期间，在尺度范围1~2年，2003~2010年期间，以及尺度范围在1个季度至1年，2010~2012年期间，国内外能源相对价格与中等能耗行业出口的小波相位差箭头向右下方。这意味着国内外能源相对价格领先于中等能耗行业出口，即国内外能源相对价格同样是中等能耗行业出口增加的短期原因。特别是2003~2010年间，箭头水平向右，两者完全正相关，即两者的相关性更为显著。从以上分析可以发现，中短期内，与高能耗行业出口类似，国内外能源相对价格也是中等能耗行业出口增加的重要原因。但是，能源相对价格对国内中等能耗行业出口影响的尺度整体比其对高能耗行业出口影响小，说明中等能耗行业从国内外能源差异中获得的成本优势小于高能耗行业。这一结论符合并验证了要素禀赋理论的基本思想，高能耗行业相比于中等能耗行业的能源要素密集度更高，所以能源相对价格的存在使其出口优势更为明显，这也说明了中国利用国内能源价格管制政策促进出口增长的措施是得力的，尤其是对能耗较高行业的促进更为明显。与高能耗行业情形一致，在4~7年的尺度范围内，2004~2008年间，小波相位差的箭头向左下方，国内外能源相对价格与中等能耗行业出口同样呈负相关，且中等能耗行业出口领先于能源价格差异，即中等能耗行业出口增加同样会导致国内外能源价格差异长期里呈现减少的趋势。

3. 国内外能源相对价格与低能耗行业出口的关系

从图6可以发现，在尺度范围0.5~3年，2000~2002年期间，在尺度范围1~1.5年，2006~2010年期间，在尺度范围1个季度到0.5年，2010~2012年期间，小波相位差的箭头向右下方，意味着国内外能源相对价格变动领先于低能耗行业出口，即能源价格差异也是低能耗行业出口增加的短期原因。但对比国内外能源相对价格对高、中能耗行业出口的影响，发现其对低能耗行业出口的影响不管从影响时间上还是影响尺度方面都相对较小。这说明国内外能源相对价格短期内对低能耗行业出口起到

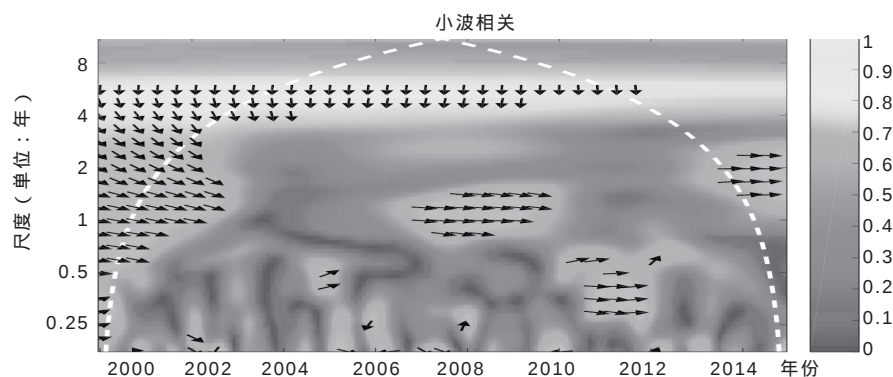


图6 国内外能源相对价格与低能耗行业出口小波互相关系数

的促进作用非常有限。从中长期来看,小波相位差的箭头垂直向下,意味着低能耗行业出口与国内外能源相对价格不存在因果关系。这一结论同样符合要素禀赋理论的核心思想:低能耗行业因其能源要素投入有限,通过控制国内能源价格获取的国内外能源相对价格优势对于其行业出口成本优势的贡献非常有限,虽然短期内也有一定的影响,但影响幅度不大,同时,从中长期而言,由于技术进步等外部因素的干扰,使得能源相对价格的优势并不能保证维持低能耗行业出口的优势,实证结果也得出了两者长期相互无显著因果关系的结论。

五、结论与政策建议

中短期而言,国内外能源相对价格变动对中国高、中、低能耗行业出口增长都起到了促进作用,但对高、中、低能耗行业出口影响幅度依次递减,即由于国内外能源价格波动幅度差异,形成国内外能源相对价格,使中国高、中能耗行业的出口在中短期内形成了明显的比较优势。这一研究结论表明,中国一直以来实行的能源价格管制政策对中国多年来出口贸易的快速发展起到了至关重要的作用,尤其是对高、中能耗行业出口贸易的快速增长做出了巨大的贡献。但长期而言,国内外能源相对价格变动并不能持续支撑中国高、中能耗行业出口的优势,且高、中能耗行业出口的持续增长反而促使国内外能源相对价格呈现逐步减少的趋势。这是由于中国的能源定价目前还是属于政府管制下的有限市场化机制,使得国内能源市场价格会偏离实际价格。一方面,这一价格机制虽然使高、中能耗行业在中短期内出口时获得短期成本优势,但国内能源价格的低廉同时会导致要素价格的技术进步效应受到抑制,使企业在享受能源成本优势的同时,忽视节能改进技术的投入,进而在出口中无法获取长期的竞争优势;另一方面,高、中能耗行业的出口增长同时会引致国内能源消耗的持续快速增加,进一步施压国内的能源供求市场,扭曲国内能源价格,使其无法反映能源稀缺性与能源环境成本,引发更加严重的社会环境问题,进一步导致当前能源价格管制政策的长期不可持续性。

当前中国出口贸易发展进入了一个新的历史阶段,国内能源短缺与环境问题日益突出,维持国内外能源相对价格而促进中国的出口贸易发展,特别是高、中能耗行业出口获得短期比较优势已不是当下最优的政策选择。根据上述研究结论,同时基于当前中国能源问题的现实和出口贸易发展的情况,从能源政策和贸易政策角度提出以下的政策建议:首先,从能源政策角度而言,未来在能源价格机制方面,中国需要进一步推动能源价格市场化的改革力度,加快实现各能源品种的市场化定价机制,促进市场各主体竞争,政府只起辅助引导作用。国内能源价格通过以上改革可以充分发挥能源价格在资源配置中的作用,真正实现国内能源价格渐进式地与国际能源市场接轨,实现两者价格波动方向与幅度的逐步趋同化,合理化出口商品中的能源要素成本,降低国内外能源成本差异对出口贸易的影响。与此同时,政府还应积极发展新能源,例如对太阳光电、风电等再生能源的前期技术研发投入进行税收优惠、补贴等支持,以实现能源品种供应多样化,既可以缓解传统化石能源消耗带来的环境负担,更重要的是从能源供给角度保障国内能源市场的稳定,使国内能源价格的调整步伐得到有效控制,避免因能源价格调整对高、中能耗行业的出口造成过大的冲击,真正实现中国出口贸易中稳定的能源要素价格优势,进而维持整体出口贸易的可持续发展。其次,从贸易政策角度而言,应对高、中、低能耗行业采取差异化的政策措施。高、中能耗行业的出口受国内外能源相对价格影响较大,且目前其占中国出口结构的比重较大。一方面,政府可以通过差异化的优惠税率、补贴等手段,对高、中能耗企业的商品生产进行节能技术升级引导,降低此类行业出口中的能源要素密集度,从而缓解其出口对国内外能源相对价格的依赖。另一方面,采取相应的政策鼓励高、中能耗行业企业转变出口发展的理念,重视加强自身的创新,提高商品设计和生产过程中的技术含量,培育这类产品的核心竞争优势,挖掘这类行业出口中能源要素成本优势之外的其他优势点。低能耗行业的出口相对而言受到国内外能源价格的影响较小,同时其出口的增长对国内能源市场的稳定性冲击有限,故而是当前出口贸易结构调整中重点扶持的部分。贸易政策的导向主要着眼于该行业商品附加值的提高,加大出口退税和补贴等支持力度,使其中具备资本和技术优势的部分商品能获得长期稳定的国际市场竞争力。

参考文献:

- [1] Abimanyu, Y. Oil Price, Government Revenue, Export Value, and Economic Growth: Indonesia's Case [J]. *Kajian Ekonomi dan Keuangan*, 2016, 20(3).
- [2] Korsakienė, R., Tvaronavičienė, M., Smaliukienė, R. Impact of Energy Prices on Industrial Sector Development and Export: Lithuania in the Context of Baltic States [J]. *Procedia – Social and Behavioral Sciences* 2014, 110(24).
- [3] 陈刚,余燕春.能源约束对出口贸易结构影响的实证分析[J].*国际商务(对外经济贸易大学学报)*, 2009, (3).
- [4] 韩民春,樊琦.国际原油价格波动与我国工业制成品出口的相关关系研究[J].*数量经济技术经济研究*, 2007, (2).

- [5] 胡光辉, 孟艳莉, 张玉柯. 国际石油价格波动对中国外贸的影响: 理论综述与实证分析 [J]. 贵州财经大学学报, 2013, (3).
- [6] 胡宗义, 蔡文彬, 陈浩. 能源价格对能源强度和经济增长影响的 CGE 研究 [J]. 财经理论与实践, 2008, (2).
- [7] 江静, 路瑶. 要素价格与中国产业国际竞争力: 基于 ISIC 的跨国比较 [J]. 统计研究, 2010, (8).
- [8] 邵朝对. 能源价格冲击对中国贸易结构的传递效应——基于投入产出法的实证研究 [J]. 上海经济研究, 2012, (7).
- [9] 杨迎春, 岳咬兴. 国内外能源相对价格、技术进步与出口规模增长 [J]. 世界经济研究, 2010, (10).

The Different Impacts of Relative Energy Price on Chinese High and Low Energy Consumption Industries Export ——Based on Wavelet Time and Frequency Approach

WU Ling-fang YANG Ying-chun LI Qiong-yuan

Abstract: The energy price mechanism has not been market-oriented in China, leading to energy price differences in domestic and international market, which forms relative energy price between China and abroad. Firstly this paper uses the non-competitive input-output method to calculate the energy consumption of various export industries and divides the industries into high, medium and low energy consumption industries by the energy consumption density, further more adopts the time-frequency analysis method to analyze the differential effect of relative energy price on the export from high, medium and low energy consumption industries at both time and scale angles. According to the empirical results, the relative energy price is beneficial to the short and medium term export of high, medium and low energy consumption industries, but the effect shows a decreasing trend from high to low energy consumption industry; meanwhile, the growth of export from medium and high energy consumption industries contributes to the reduction of relative energy price in the long term. In order to alleviate the energy problem and promote the export trade at the same time, the government should reform domestic energy price mechanism and adopt targeted method to guide the export development of different energy consumption industries.

Key words: relative energy price; energy consumption in industries; export trade; time and frequency approach; different impact

(责任编辑: 张建华)