

能源价格对能源效率的影响*

——基于全球数据的实证分析

王俊杰^{1,2}, 史丹¹, 张成^{1,3}

(1. 中国社会科学院工业经济研究所, 北京 100836;

2. 江西财经大学经济学院, 江西 南昌 330013;

3. 南京财经大学经济学院, 江苏 南京 210023)

内容提要:本文的理论分析表明,能源价格偏低会激励经济主体用能源要素替代其他生产要素,这将对能源效率产生负面影响。之后,本文选取39个国家1995—2012年的数据进行实证分析。分析结果表明,能源价格提高确实有助于能源效率的提升,这种影响在2004—2012年期间显著,而在1995—2003年期间不显著,表明能源价格只有足够高时才能对能源效率产生显著的影响。此外,本文发现,能源价格提高对能源效率提升的促进作用在发展中国家中更为显著,平均而言,能源价格提高10%,将导致发展中国家单位GDP能耗下降大约1%。与其他大国相比,中国能源价格明显偏低,这是导致中国能源效率低下的重要原因。进一步分析表明,导致中国能源价格偏低的一个重要原因是税收较低。因此,出于提高能源效率的考虑,有必要提高能源相关的税率。

关键词:能源价格;能源效率;能源税;价格改革

中图分类号:F062 **文献标志码:**A **文章编号:**1002—5766(2014)12—0013—11

一、引言

节能减排是一个全球性的话题和学术热点。众多学者通过比较分析发现,中国能源效率不仅低于发达国家(魏楚、沈满红,2009;金培振等,2011),而且还低于与中国收入水平相近的国家(Fisher-Vanden等,2004)。目前对中国能源效率的研究大都是通过分解的方式(魏楚、沈满红,2009;史丹、马翠萍,2014)。但这种分解的缺陷在于没能从微观主体的选择角度进行说明。那么,到底为什么中国能源效率较低呢?能源价格是否能提高能源效率呢?此外,中国能源价格是否偏低呢?这都是值得探讨的问题。

一些学者考虑到了能源、资本和劳动的相互替代效应,试图从各要素的相对数量来解释能源效率的差异。许多文献还证实能源与其他要素之间存在替代关系,特别是与劳动之间。如Ozatalay等(1979)用1963—1974年美国等七个国家的数据,发现劳动和能源之间存在替代关系,资本与能源从长期来看也是相互替代的。Welsch & Ochsen(2005)的研究表明,在德国制造业部门,能源与劳动之间是相互替代的,与资本之间是互补的,且要素替代对德国能源效率有较大的影响。不过,Field & Grebenstein(1980)等的研究发现,在美国制造业中,资本和能源之间存在很强的互补关系。

如果能源价格比其他要素价格高,将使得市场主体用其他要素替代能源,减少对能源的使用,提

收稿日期:2014-09-11

* 基金项目:国家发展改革委员会宏观战略研究项目“中国低碳发展产业政策研究”(201312);中国社科院重大招标项目“转变经济发展方式与国家经济安全”;国家社会科学基金青年项目“我国碳生产率的估算、预测及任务分解研究”(12CJY008)。

作者简介:王俊杰(1986-),男,湖北广水人。讲师,经济学博士后,研究方向是能源经济学。E-mail:jjwangcn@foxmail.com;史丹(1961-),女,天津人。研究员,博士生导师,管理学博士,研究方向是能源经济学。E-mail:shidan01@163.com;张成(1986-),男,安徽固镇人。副教授,经济学博士后,研究方向是资源与环境经济学。E-mail:15251777990@163.com。

政府经济管理

升能源效率。然而,如果能源价格被人为地扭曲,比如价格管制使得能源价格低于合理价格,那么将导致能源的非效率使用。Hsieh & Klenow(2009)研究认为,与美国相比,中国的要素市场存在较大的扭曲。在中国的生产要素领域,政府仍然主导着要素资源的初始配置及要素价格的制定,能源价格长期以来处于较低水平(张杰等,2011)。张曙光、程炼(2011)认为,中国对要素市场进行管制,在很大程度上是出于保增长和稳物价两大经济政策的考虑;林伯强、杜克锐(2013)的研究发现,要素市场扭曲对中国能源效率的提升有显著的负面影响,消除要素市场的扭曲年均可以提高10%的能源效率和减少1.45亿吨标准煤消耗。目前有关能源价格与能源效率的研究,主要是基于某个国家或地区的数据,尤其是关于能源价格对能源效率的作用与影响,更是主要为单一国家或地区,鲜有文献利用包括中国的跨国数据进行分析。例如,Coenillie & Fankhauser(2004)对前苏联和东欧转型国家的研究,吴利学(2009)、杨继生(2009)、史丹(2013)对中国的研究。这在一定程度上影响了对能源价格和能源效率之间一般性关系的分析。本文拟利用跨国面板数据进行实证分析,利用跨国数据可降低模型设定错误的风险,有助于探索能源价格与能源效率之间的一般性规律,还可以直接比较中国能源价格是否较低,为什么较低。

二、基本模型和数据说明

1. 模型设定

假设企业是同质的,使用劳动、资本和能源三种生产要素,生产函数为Cobb-Douglas形式,为了简化起见,假设生产函数是规模报酬不变的。每个企业的生产函数是:

$$Y = F(E, L, K) = AE^\alpha L^\beta K^{(1-\alpha-\beta)} \quad (1)$$

其中, Y 为产出; A 为技术的生产率; E 、 L 和 K 分别为能源、劳动和资本投入量。假设产出的价格水平为 P ,能源、劳动和资本的价格分别为 pe 、 w 和 r 。则在既定产出 Y 下,企业选择各要素数量的均衡条件为:

$$P \cdot (dY/dE) = pe \quad (2)$$

$$P \cdot (dY/dL) = w \quad (3)$$

$$P \cdot (dY/dK) = r \quad (4)$$

不难得到:

$$E^* = \alpha P \cdot Y / pe \quad (5)$$

其中, E^* 表示最优的能源投入量,即理性的企业会选择的能源使用量。由此可知,能源的投入量与能源价格成反比。对于既定产出 Y ,能源 E 的投入量越多,则能源效率越低。因此,可以推断,能源效率与能源价格成正比,或者说单位GDP能耗与能源价格成反比。此外,本文不难得到,企业选择各种要素的投入量满足以下等式:

$$MPE/pe = MPL/w = MPK/r \quad (6)$$

其中, MPE 、 MPL 和 MPK 分别表示能源、劳动和资本的边际产出。因此,当劳动和资本的价格上升时,企业会选择用能源替代资本和劳动。因此,可以推断,能源效率将与资本和劳动的价格负相关,或者说单位GDP能耗与资本和劳动价格正相关。此外,根据(1)式,还可以知道,对于既定产出 Y , A 越大,则能源投入量 E 越少。因此,能源效率与技术的生产率 A 正相关,单位GDP能耗与 A 负相关。于是,本文可以建立如下的关于能源效率的模型:

$$\ln EE_{it} = a_0 + a_1 \ln A_{it} + a_2 \ln pe_{it} + a_3 \ln w_{it} + a_4 Z_{it} + u_i + \varepsilon_{it} \quad (7)$$

其中, EE 表示能源效率,这里可以用单位GDP能耗的倒数表示,也即单位能耗的GDP产出,记为 eea ,也可以用全要素能源效率表示,记为 eeb ; Z 为控制变量; i 表示国别; t 表示年份; u_i 表示不可观测的国别差异; ε_{it} 表示随机干扰项。模型(7)可以用最小二乘法进行估计。不过,模型(7)可能会出现遗漏变量和内生性问题,为了尽量避免这些问题,本文建立如下动态模型:

$$\ln EE_{it} = b_0 + b_1 \ln EE_{it-1} + b_2 \ln A_{it} + b_3 \ln pe_{it} + b_4 \ln w_{it} + b_5 Z_{it} + \xi_i + \delta_{it} \quad (8)$$

其中, EE_{it-1} 是 EE 的一阶滞后项。本文用广义矩方法(GMM)对模型(8)进行估计。模型中,本文加入了劳动力的价格,但是,没有加入资本的价格。主要原因是能源与劳动力之间的替代性更强,能源与资本之间不存在替代关系,甚至存在互补关系,如Field & Grebenstein(1980)、Welsch & Ochs(2005)。另一原因在于,资本市场也容易受到管制,如在中国,存在明显的资本价格管制和扭曲,因而能源与资本的相对价格并不能反映出它们的相对稀缺程度。而劳动力市场的供给者是无数个基本不受约束的个人,因而劳动力市场更可以被认为是接近竞争性的市场,其价格受到扭曲的可能性更小。因此,能源和劳动力的相对价格更可能反映出

能源价格的扭曲。

在实证分析中,(7)式中的 A 可以用全要素生产率(TFP)表示,记为 tfp 。这里用第三产业比重表示产业结构变量,第三产业的能源消耗较低,因此,第三产业比重越高,能源效率也会越高。根据以上理论,本文预期 $a_1 > 0, a_2 > 0, a_3 < 0, a_4 > 0; b_1 > 0, b_2 > 0, b_3 > 0, b_4 < 0, b_5 > 0$ 。对于全要素能源效率,本文采用 DEA 方法测算。具体地,选择取资本、劳动、能源作为要素投入,GDP 是这些要素投入的引致产出。全要素能源效率就是某个产量时的最优能源投入量与实际投入量的比值,这个比值越大,表明实际投入越接近最优投入,节能潜力越小,效率越高;反之,则表明实际投入与最优投入相差越大,节能潜力越大,效率越低。效率值的取值范围是(0,1]。

2. 数据说明

本文样本中除了包含中国外,还包括 OECD 的 34 个成员国,以及印度、巴西、俄罗斯和南非,一共 39 个国家。选择的样本期为 1995—2012 年。由于 39 个国家经济发展水平、经济总量等方面千差万别,本文将样本分为三个子样本,分别是 G7 国家、金砖五国与墨西哥(big six developing countries, B6)和其他 OECD 国家(即 small OECD countries, SOECD)。G7 国家都是发达国家,也是大国;B6 国家都是发展中大国;SOECD 国家都是小国,且都是中等收入及高收入国家。GDP 和人均 GDP 数据来自世界银行 WDI & GDF 数据库,所有 GDP 和人均 GDP 数据单位都是 2005 年的国际美元。TFP 数据来自 The Conference Board 数据库。将各国 1995 年的 TFP 设定为 1,并根据数据库提供的 TFP 增长率原始数据,计算出各国 1996—2012 年的 TFP。工资数据来自国际劳工组织(ILO)、美国劳工部、OECD 数据库、中华人民共和国统计局和印度各年 Economic Survey。由于数据库中统计的有的是小时工资,有的是平均月工资,不太统一,所以,本文干脆把各国工资都指数化,并统一将 2005 年的工资指数

设定为 100。因为影响能源效率的是工资的相对量而不是绝对量,所以,指数化工资并不影响分析结果。中国的能源价格指数来自中国人民银行编制的企业商品价格指数中的煤油电价格指数;印度的能源价格指数来源于印度各年 Economic Survey;其他各国的能源价格指数来自于 OECD 数据库中的 CPI 能源指数。类似工资指数,本文将各国 2005 年的能源价格指数也都设定为 100。资本存量根据永续盘存法估算。计算过程中,产出、投资量也都以购买力评价计算的 2005 年国际美元计量,因而保证了与 GDP 单位的一致性。估算资本存量时的基期选择为 1980 年。估算方法参考魏楚、沈满红(2009)。劳动力数量数据来自世界银行 WDI & GDF 数据库中各国的登记就业人数。能源使用量选择世界银行 WDI & GDF 数据库中各国一次能源消费总量,单位是吨标准油。

三、实证分析

1. 能源效率测度

用单位 GDP 能耗的倒数表示的能源效率如表 1 所示。鉴于篇幅限制,仅给出 10 个大国的能源效率,包括三个发展中国家和七个发达的大国。GDP 的单位是 2005 年的国际美元,因此,表 1 中的结果与通常见到的未经调整的数据有所不同。若使用全要素生产率,则首先需要利用永续盘存法计算各国资本存量,然后用计算出来的资本存量、能源投入、劳动力作为三种投入要素,用 GDP 作为产出,再使用 DEA 方法计算各国的能源效率。由于数据集包含 39 个国家 18 年的数据,因此,相当于包含 702 个样本。利用 DEAP 软件计算各国各年的最优能源使用量,这个最优的能源使用量除以对应年份的实际能源使用量,就是那一年的全要素能源效率。各国的全要素能源效率值的变化趋势基本上与以单位能耗的 GDP 衡量的能源效率值的变化趋势一致,故不再给出具体数值。

表 1 10 国部分年份的能源效率值 (万美元/吨标准油)

	1995	1997	1999	2001	2003	2005	2007	2009	2011	2012
中国	0.090	0.105	0.119	0.129	0.129	0.127	0.142	0.152	0.154	0.160
印度	0.117	0.122	0.129	0.136	0.144	0.155	0.166	0.162	0.177	0.179
加拿大	0.354	0.362	0.389	0.411	0.407	0.417	0.438	0.464	0.490	0.497
墨西哥	0.482	0.517	0.518	0.545	0.527	0.511	0.533	0.518	0.534	0.538

	1995	1997	1999	2001	2003	2005	2007	2009	2011	2012
美国	0.452	0.475	0.502	0.523	0.540	0.565	0.586	0.613	0.632	0.667
法国	0.728	0.734	0.763	0.771	0.770	0.789	0.850	0.855	0.890	0.894
意大利	0.781	0.794	0.789	0.799	0.794	0.797	0.847	0.925	0.940	0.931
德国	0.728	0.728	0.778	0.786	0.803	0.825	0.896	0.907	0.979	1.000
日本	0.833	0.841	0.822	0.846	0.871	0.878	0.922	0.941	1.002	1.044
英国	0.772	0.822	0.866	0.916	0.981	1.043	1.169	1.182	1.269	1.244

从表1可见,其他九个国家的能源效率值均高于中国,包括印度。与此同时,九国之中,除了印度之外,其他八个人均GDP均大大高于中国,如表2所示。

表2 10国人均GDP对比
单位:2005年国际美元

	1995年	2003年	2012年
印度	469	647	1123
中国	778	1429	3348
墨西哥	6561	7494	8545
意大利	19991	25060	24817
加拿大	27821	33692	36123
法国	20160	27480	36690
日本	32942	34521	36942
英国	28772	36545	37609
德国	29980	32906	38220
美国	35112	42078	45336

能源效率与收入水平密切相关,因为收入水平更高的国家通常技术水平也更高,第三产业比重也更高。对比表1和表2,总体而言,高收入的国家能源效率更高。但是,两个问题值得注意:第一,印度收入水平远低于中国,但能源效率明显高于中国;其他国家的收入水平和能源效率也并不完全对应。第二,中国收入水平在1995—2012年大幅提高,人均GDP翻了两番多,但相对而言,能源效率改进幅度并不大,不仅相对印度如此,相对英国和美国更是如此。比如英国,其人均GDP增长幅度并不高,然而能源效率几乎翻了一番,能源效率改进幅度远超中国。因此,需要对影响能源效率的因素做进一步分析。根据上文相关理论,本文分析能源相对价格对能源效率的影响。

2. 能源相对价格对能源效率的影响:全样本分析

本文使用最小二乘法对静态面板数据模型(7)进行估计,使用系统GMM方法对动态模型(8)进行

估计。本文使用两种表示能源效率的方法分别进行分析,一种是单位能耗的GDP产出(eea),另一种是全要素能源效率(eeb)。静态模型和动态模型的估计结果分别如表3和表4所示。

模型1和模型3是两个OLS模型,没有加控制变量。两个模型中,除了工资 lnw 以外,各个系数均显著,且符号与理论预期一致。尽管 lnw 系数不显著,但符号为负,与预期一致。表3中的模型2和模型4加入了产业结构这一控制变量,可以看到,除模型2中 lnw 的系数不显著外,包括控制变量,其他变量也均显著,且符号与理论预期一致。特别地,能源价格 $lnpe$ 的系数在1%的显著性水平下显著为正,说明能源价格与能源效率正相关;尽管工资 lnw 的系数在三个模型中不显著,但皆为负,也基本能说明工资的上涨与能源效率有微弱的负相关关系; $lnlfp$ 的系数在四个模型中均显著为正,说明技术水平与能源效率正相关;第三产业比重系数显著为正,说明第三产业比重上升有利于提高能源效率。这些都初步验证了本文的判断。

表3 全样本静态模型估计结果

	被解释变量为 $\ln(eea)$		被解释变量为 $\ln(eeb)$	
	模型1	模型2	模型3	模型4
$lnpe$	0.102*** (0.01)	0.098*** (0.00)	0.223*** (0.00)	0.185*** (0.00)
lnw	-0.089 (0.15)	-0.077 (0.63)	-0.085 (0.34)	-0.05** (0.05)
$lnlfp$	0.754* (0.10)	0.530*** (0.00)	0.48*** (0.00)	0.51*** (0.00)
$lnser$		0.688*** (0.00)		0.87*** (0.00)
c	-1.214*** (0.00)	-3.832*** (0.00)	-4.68*** (0.00)	-5.37*** (0.00)
个体固定效应	控制	控制	控制	控制
组内A-R ²	0.523	0.540	0.512	0.552
观察数	702	702	702	702

注:括号内是p值;***、**和*分别表示在1%、5%和10%的水平下显著。下同

不过,由于技术具有连续性和惯性,一般不会出现技术倒退,因此,能源效率的变化是一个动态过程,静态面板数据可能高估了其他因素对能源效率的影响。此外,静态模型也可能出现遗漏变量和双向因果导致的内生性问题。因此,本文使用动态面板数据做进一步的分析。动态模型的分析结果如表4所示。

如表4所示,使用动态面板模型后,能源价格的系数仍然显著为正,产业结构的系数也均显著为正。其他变量大部分也显著,或者符号与预期一

致。这进一步验证了本文的结论。且与最小二乘法估计相比,GMM估计结果中,能源价格、产业结构的系数都减小了,这也与预期一致,即静态模型高估了价格、产业结构等对能源效率的影响。具体地,根据表4中的模型5、模型6可知,平均而言,能源价格提高1%,将促进单位能耗的GDP产出提高0.05%,或者说单位GDP能耗下降0.05%。这意味着,如果能源价格提高10%,将使得能源消耗下降约0.5%。

表4 全样本动态模型的系统GMM估计结果

	被解释变量为 $\ln(eea)$		被解释变量为 $\ln(eeb)$	
	模型5	模型6	模型7	模型8
$\ln ee_{i-1}$	0.8510*** (0.0011)	0.8080*** (0.0105)	0.6815*** (0.0015)	0.7225*** (0.0051)
$\ln pe$	0.0522*** (0.0002)	0.0475*** (0.0006)	0.0325* (0.1021)	0.0221* (0.1022)
$\ln w$	-0.0344*** (0.0005)	-0.0345*** (0.0068)	-0.1015 (0.1421)	-0.2221*** (0.0015)
$\ln ffp$	0.1841*** (0.0121)	0.2162*** (0.0124)	0.2521 (0.1615)	0.2736*** (0.0021)
$\ln ser$		0.4812** (0.0423)		0.2961* (0.1025)
c	-0.1393*** (0.0015)	-0.8212*** (0.0026)	-0.0936*** (0.0123)	-0.4222*** (0.0021)
AR(1)的p值	0.0266	0.0637	0.1424	0.1010
AR(2)的p值	0.2318	0.1929	0.2297	0.1895
J统计量的p值	1.0000	1.00	1.0000	1.0000
观察数	663	663	663	663

注:AR(1)、AR(2)分别表示一阶和二阶自回归检验;J统计量用于过度识别约束有效性的检验,也称Sargan统计量。检验结果表明,模型设定有效

3. 能源相对价格对能源效率的影响:子样本分析

由于各样本国在经济规模、发展水平等方面的巨大差异,导致能源价格对各国能源效率的影响程度可能差异很大。因此,本文将39个国家分成G7、B6和SOECD三个子样本,分别进行回归分析。此外,各国能源价格普遍在2003年伊拉克战争爆发以后上涨较快,而在这之前能源价格基本处于较低水平。企业和消费者通常对较高的能源价格反应激烈,因而,相对于价格的较低时,很可能价格的快速上涨对能源效率的促进作用更大。因此,本文将样本期分为1995—2003年和2004—2012年两个子样

本期。为了刻画两个样本期的差异,本文设置一个时间虚拟变量 d 。在1995—2003年, $d=0$;在2004—2012年, $d=1$ 。在回归方程中,本文加入虚拟变量 d 和 d 与 $\ln pe$ 的交互项。对于G7和B6子样本,由于个体数量较小,不适合用GMM估计,于是本文采用了偏差校正LSDV(最小二乘虚拟变量)方法进行估计。偏差校正LSDV方法适合时期较长而个体较少的长面板数据样本,而GMM方法适合短面板数据样本。偏差校正LSDV的具体方法参见陈强(2014)。因此,对于SOECD子样本,仍然采用系统GMM方法进行估计。为了节约篇幅,本文仅给出以 $\ln eea$ 为被解释变量的动态模型估计结果,

政府经济管理

如表5所示。

首先关注能源价格变量的系数。尽管在各个子样本中, $\ln pe$ 的系数均不显著, 但 $\ln pe$ 与时间虚拟变量 d 的交互项 ($d * \ln pe$) 的系数均显著为正。这证实了本文的推测, 即在能源价格较低的2003年以前, 价格上涨对能源效率提升的促进作用较弱; 而在能源价格较高的2003年之后, 价格上涨对能源效率提升的促进作用更大。这说明, 能源价格只有达到足够高的水平或者上涨足够快, 才能显著促进能源效率提高。

横向对比来看, B6国家样本中, $d * \ln pe$ 的系数值为0.1110, 明显高于其他样本, 表明在这些发展中国家, 能源价格的上涨对于促进能源效率提升的效果更为明显(由于 $\ln pe$ 前的系数不显著, 因而 $d * \ln pe$ 前的系数值即可看做是2004—2012年间能源价格对能源效率的影响程度)。原因应该在于, 在这些发展中国家, 能源资源的价格仍然没有充分反映其真实的成本, 因而能源价格的上涨主要是向其真实成本的回归, 且这种上涨强烈地激励要素使用者选择其他生产要素, 进而促进能源效率提升。而在发达国家, 能源价格较为充分地反映了其真实成本, 其价格上涨更倾向于激励要素使用者改进技术水平。 $\ln tfp$ 的系数对比也可以印证这种推断。如表5所示, B6国家 $\ln tfp$ 的系数明显小于其他子样本, 说明在这些发展中国家, 能源效率的提升较少地依赖于技术进步(相对发达国家而言)。

$\ln w$ 和 $\ln ser$ 的系数有些不显著, 但符号与预期一致, 因此, 工资水平和产业结构对能源效率的影响基本与理论预期一致。注意到在 B6子样本中, $\ln ser$ 的系数值明显高于其他子样本(其他子样本中, 系数值不显著, 可视为零), 表明发展中国家能源效率的提升也非常依赖于产业结构升级, 而发达国家第三产业比重已经非常高了, 很难再依靠产业结构升级来促进能源效率提升。此外, 在 B6子样本中, $\ln ser$ 的系数值也高于其他样本, 表明产业结构升级仍然是发展中国家能源效率提升的主要原因。从子样本的回归结果可以得到以下结论: 第一, 能源价格只有较快上涨或达到较高水平, 才能显著促进能源效率提升; 第二, 在发展中国家, 能源价格上涨对能源效率的促进作用非常明显, 在2004—2012年间, 平均而言, 能源价格上涨1%, 能够促进能源效率提升0.1%, 或者单位GDP能耗下

降0.1%; 第三, 产业结构升级仍然是发展中国家能源效率提升的主要原因; 第四, 技术进步也能够促进能源效率的提升。由于产业结构并不是政策可以直接改变的因素, 因此, 以上结论的启示是, 可以通过提高能源价格来促进能源效率的提高。

表5 子样本估计结果

	模型9 G7国家	模型10 B6国家	模型11 SOECD国家
$\ln ee_{it-1}$	0.8871 *** (0.0000)	0.6543 *** (0.0000)	0.6895 *** (0.0000)
$\ln pe$	-0.0121 (0.3224)	0.0423 (0.1536)	0.0031 (0.3325)
$d * \ln pe$	0.0614 * (0.1018)	0.1110 *** (0.0002)	0.0377 * (0.1006)
$\ln w$	-0.0622 (0.1523)	-0.0812 *** (0.0006)	-0.0172 (0.1644)
$\ln tfp$	0.0663 * (0.1032)	0.0324 * (0.1007)	0.2106 *** (0.0023)
$\ln ser$	0.0391 (0.2235)	0.5852 *** (0.0009)	0.0271 (0.1369)
d	-0.2615 * (0.0853)	-0.4927 *** (0.0023)	-0.1495 (0.0965)
c	0.5064 (0.0962)	-2.3260 *** (0.0065)	-0.2082 *** (0.0062)
AR(1)的p值			0.0212
AR(2)的p值			0.2097
J统计量的p值			1.0000
观察数	119	102	442

4. 中国能源价格与能源效率

在上文的实证分析中可以看到, 在中国这样的发展中国家中, 当其他因素不变时, 能源价格提高1%, 将促进能源效率提高约0.1%。这也意味着, 当其他因素不变时, 若能源相对劳动力的价格下降10%, 将导致能源效率下降1%。这是一个巨大的影响。那么, 能源相对价格对中国的能源效率产生了多大的影响呢? 中国能源效率的提升是否受到能源价格的拖累呢? 本文通过中国、印度和美国的对比, 清楚和直观地说明能源价格对中国能源效率的影响。

图1、图2和图3是三个国家能源效率、能源相对价格和人均GDP的示意图。为了便于比较, 将三个变量2005年的值都设定为1, 其中, 能源的相对价格用能源相对劳动力的价格表示。比如, 2012年, 中国能源的相对价格是0.69, 表明2012年中国

能源相对劳动力的价格比2005年降低了31%。

如图1所示,在2005年以前,美国能源效率的改善趋势与人均GDP的增加趋势非常一致,能源的相对价格处于上升趋势。图2显示,印度的情形也与美国非常类似,2005年以前,人均GDP、能源价格和能源效率几乎同步上升。美国和印度的经验反映了能源价格和技术进步对能源效率的促进作用。不过,图3显示,中国的情形非常不同,能源效率的提升速度明显小于GDP的增长速度。1995—2012年间,中国人均GDP增长了328%,而能源效率仅提升了77%。相比而言,美国人均GDP增长了62%,能源效率提升了55%;印度人均GDP提升了141%,能源效率提升了53%。因此,中国收入的增长(一定程度上可以表示技术的进步)并没有带来相应的能源效率提升。这是为什么呢?主要原因应该是能源的相对价格。上文实证分析表明,劳动力价格对能源效率有负向影响。而在1995—2012年间,中国劳动力价格迅速攀升。1995—2012年间,中国劳动力的价格提高了5倍,但中国能源价格仅提高了1.8倍,这使得能源的相对价格下降了约59%。图1~图3显示,中国是唯一一个能源相对价格下降的国家。实际上,在G7和B6这13个大国中,也仅有中国的能源相对价格是下降的。在能源变得越来越便宜的情况下,企业显然没有多少激励改进能源利用效率。因此,尽管中国能源价格上涨幅度并不低,但由于劳动力价格上涨幅度更大,使得能源的相对价格大幅下降,这抑制了能源效率的提高。按照上文的估计,若能源价格与劳动力价格同步上涨(实际上能源相对价格下降了59%),将使得能源效率比目前水平提高约6%。

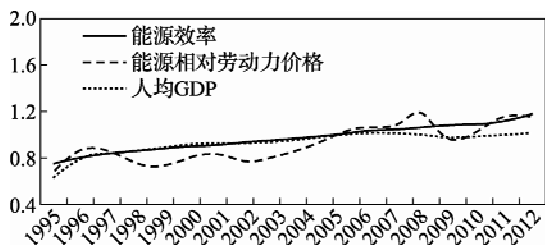


图1 美国能源效率、能源相对价格及人均GDP变化趋势

以上分析表明,能源相对价格的提升有助于能源效率的提高,因为能源价格提升将激励企业用其

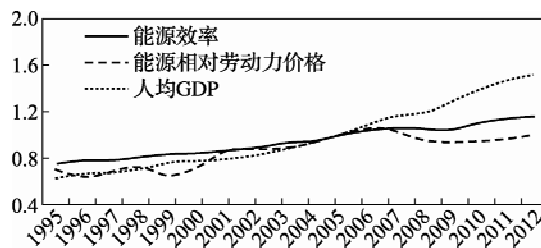


图2 印度能源效率、能源相对价格及人均GDP变化趋势

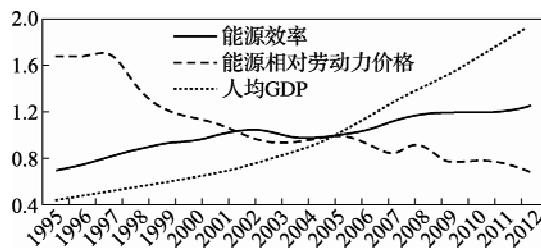


图3 中国能源效率、能源相对价格及人均GDP变化趋势

他生产要素替代能源,或者选择更节能的生产方式。1995—2012年间,中国能源的相对价格偏低且持续下降,这阻碍了中国能源效率的提升。这就是说,中国要素市场的相对价格被扭曲了。这与林伯强、王锋(2009)、袁鹏、杨洋(2013)的结论一致。那么,中国绝对能源价格是否真的偏低呢?什么因素导致中国能源价格偏低以及如何提高能源的绝对价格呢?

5. 能源绝对价格与能源税的国际比较

(1)绝对能源价格对比。尽管中国石油产品市场呈现寡头垄断的格局,但这并不意味着石油产品价格就会偏高。实际上,由于历史的原因,中国能源价格长期实行政府成本加成定价,公众习惯于相对低廉的能源价格,由于公众对能源企业生产成本不了解,因此,对能源价格上涨十分敏感(林伯强,2014)。

图4给出了各国最常用汽油零售价格的对比。中国汽油价格几乎低于所有对比国家,除了美国。且只在2006年之后,中国汽油价格才高于美国。2000年,中国汽油价格仅仅是英国、日本和法国的四分之一。尽管最近十几年中国汽油价格上涨幅度更高,但是,目前仍然大大低于欧洲国家和日本等国。如2012年,中国汽油价格仍然比英国低37%,比日本低32%。与世界全部国家对比,中国的油价也是偏低的。根据世界银行的统计数据,

政府经济管理

2002年,中国汽油价格在156个统计国家中排119位,汽油价格低于中国的全部是发展中国家和小国。2012年,中国汽油价格在166个统计国家中排名第90位,低于除美国外的所有发达国家。即使与另一个发展中大国印度相比,在2012年以前,中国汽油价格也一直更低。美国油价虽然低于中国,但也几乎低于所有欧洲国家。这与上文中计算得出的美国能源效率低于欧洲具有内在的关联。其他成品油的价格差异也非常相似。

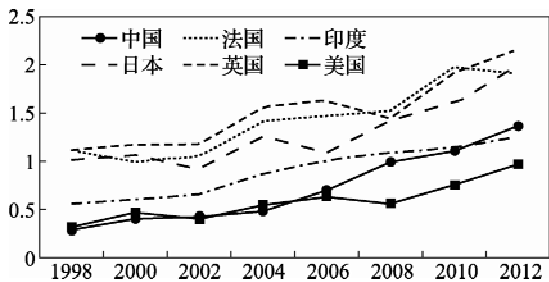


图4 常用汽油价格国际比较(单位:美元/升)

数据来源:世界银行

表6给出了居民用电价格的对比。从中可见,以购买力平价计算,中国居民用电的价格明显低于大多数发达国家,仅高于美国。若以官方名义汇率计算,中国居民电价将更加低于这些发达国家,而且将低于美国。2012年阶梯电价制度实施以来,中国各地第一档平均电价是0.553元/度,以名义汇率计算将是87.6美元/千度,大大低于美国。可见,中国电价并不像一些民众抱怨的那样偏高,反而有些偏低。

那么,中国煤炭价格是否也偏低呢?一些数据能够间接说明这个问题。煤炭市场更接近于竞争性市场,2012年,全国煤炭产量超过1000万吨的煤炭企业就超过50家,前100强企业的产量占全国总产量的比重也仅有78%;全国规模以上煤炭企业数量仍有6200家(中煤协会综合[2013]130号文件)。可见,中国煤炭市场基本上处于完全竞争的状态。由于煤炭是初级原材料,各企业的产品差别很小,导致企业之间价格竞争非常激烈,恶性竞争现象时有发生^①。在这样的市场环境下,中国煤炭的价格必定会较低。

^①恶性竞争加剧过剩比例,煤炭业陷入“去产能”窘境[N]. 中国经济时报,2014-04-25;神华疯狂降价缺乏企业社会责任[EB/OL]. 中国煤炭市场网, http://www.jcoal.com/news/html/1407/20140724_286493.html, 2014-07-24.

表6 居民用电价格对比
(美元/千度,购买力平价计算)

	2009年	2011年	2012年
德国	281.2	314.9	329.7
法国	132.4	155.3	158.6
英国	185.9	194.2	204.7
日本	184.8	195.1	212.6
欧洲平均	206.3	227.7	236.6
OECD平均	150.4	163.2	164.6
美国(不含税)	115.1	117.8	118.5
中国	—	—	154.8

注:除中国外,其他各国数据均来自IEA Statistics of Energy Prices and Taxes,其中,除美国外,都是含税价格。中国的电价数据是2012年全国实施阶梯电价后,八个城市的第一档电价的平均值,八个城市分别是北京、上海、广州、武汉、成都、沈阳、郑州和呼和浩特,80%的居民支付第一档电价。表中所有的电价数据均是基于购买力平价计算的价格。

可见,中国相对能源价格和绝对能源价格都是偏低的。对比上文的实证分析,可以推断,能源价格偏低是中国能源效率偏低的重要原因,也是中国能源效率提升缓慢的重要原因。

(2)能源税对比。以汽油为例,汽油价格中很大一部分是原油价格。以2014年6月美国汽油零售价格构成为例,其中67%为原油价格,14%为冶炼成本,8%为销售成本,12%为税收。在原油价格世界同步的情况下,汽油价格何以差别这么大呢?税收应该是一个重要原因。如表7所示,在中国汽油的价格构成中,各种税共占约30.5%,大大低于欧盟各国,但高于美国。可见,各国汽油价格的差异主要在于税收的差异。要提高中国成品油的价格,可能需要提高成品油的消费税。其他能源也类似。

表7 能源价格中税金所占比例:以95号汽油为例 (%)

	2009年	2011年	2013年
德国	66.6	57.9	57.1
法国	69.6	57.1	55.5
英国	67.8	60.3	59.7
日本	51.2	43.1	42.9
韩国	52.9	45.7	44.1
美国	19.4	13.8	14.0
墨西哥	68.7	60.1	59.0
中国			30.5

注:除中国外,其他各国的数据均来自IEA Statistics of Energy Prices and Taxes;日本使用的91号汽油的数据。中国的数据来自《北京青年报时报》2013年6月16日的计算,30.5%包含了消费税、增值税、城建税、教育附加税和营业税。

四、结论及政策建议

1. 结论

本文从理论和实证的角度分析了能源价格对能源效率的影响。理论上,能源价格的上涨将激励能源使用者用其他生产要素替代能源或改进能源利用技术,这将促进能源效率的提高。选取39个国家作为研究样本,计量分析表明,平均而言,能源价格提高10%,将导致能源效率提高0.5%。子样本的分析结果表明,在能源价格水平较高的2004—2012年时期,能源价格的上涨对能源效率的促进作用更为显著。特别地,对六个发展中大国而言,在2004—2012年间,能源价格上涨10%,能够促进能源效率提升1.1%。这意味着,提高能源价格能够明显地减少单位产出的能源消耗。此外,研究还表明,产业结构升级和技术进步也是能源效率提升的重要原因。与其他大国对比分析发现,以汽油为例,中国能源价格明显偏低,长期以来一直低于欧洲各国、日本、韩国、印度等国。这是中国能源效率低于许多其他国家(如印度)的重要原因,也是中国能源效率提升缓慢的重要原因。进一步分析表明,中国能源价格偏低的一个重要原因在于税收较低,使得能源价格没能反映真实的边际成本。相对欧洲各国、韩国、日本等国,中国的能源税明显更低。因此,我国能源税改革的基本方向应该是逐渐提高能源税。

2. 政策建议

改革完善能源税收体系将成为我国促进能源合理价格形成的关键。2013年十八届三中全会文件中,就提到调整消费税征收范围、环节、税率,把高耗能、高污染产品及部分高档消费品纳入征收范围。成品油消费税已经征收了二十来年,在实施过程中,征收标准也逐渐提高,甚至针对个人的成品油消费税征收方案也已提上日程。但是,通过上文的国际对比可知,中国的成品油价格仍然偏低,成品油的消费税也仍然偏低。此外,针对煤炭的消费税还没有开始征收。因此,有必要通过征收煤炭消费税和提高成品油消费税来提高煤炭和成品油的价格。

(1)简化成品油税种,上调消费税率。对成品

油而言,油价中包含了消费税、增值税、城建税、教育附加税和营业税,一方面,税收比例较低;另一方面,税收种类繁多。长期来看,应在取消城建税和教育附加税的同时,逐渐提高消费税。消费税应该使得国内成品油价格达到高能源效率国家的平均水平。

(2)提高煤炭资源税。煤炭税改革是近年的热点问题。中国煤炭经济研究会20家大型煤炭企业的调研结果显示,煤炭资源税占煤炭收入的0.75%,矿产资源补偿费占煤炭收入的0.83%,两项合计只占煤炭收入的1.58%。这个税率相对偏低。比较保守的选择是,开始时可以仿照油气资源税税率,将煤炭资源税率设在5%。鉴于煤炭更低的燃烧效率和更高的污染,这个税率可逐渐继续提高。此外,为了降低煤炭生产企业在低价时的负担,以及提高煤价高涨时政府的收入,煤炭资源税应从“从量征收”改为“从价征收”。

近年来,另一个越来越引起关注的事实是煤炭行业亏损严重。根据中国煤炭工业协会的统计,2014年第一季度,大型煤炭企业亏损面已扩大到44.4%。煤炭企业大幅亏损很大原因在于煤炭出厂价格大幅下跌。一些地方政府采取了减税措施来挽救煤炭企业。然而,减税并不是长久之计,只会使低价持续时间更久,只有让价格发挥其应有的作用,才是煤炭行业持续发展的保障。而且,减税只会刺激煤炭的需求,势必对节能减排不利。因此,较好的措施不是对煤炭企业减税,而是减少它们之间的过度竞争,以维持煤炭价格。同时,征收煤炭消费税,激励企业和个人节约能源。

(3)征收适当的电力消费税。煤炭消费税将关系到许多下游产业,比如电力行业。因此,电价改革必须和煤炭价格改革同时进行。要提高煤炭价格,电力价格也必须提高。从上文的国际对比来看,中国电力价格较低,电价仍有提升空间。因此,笔者认为,可以对电力征收消费税。从目前全国居民平均电价0.553元/度来看,设定10%左右的电力消费税是可行的,且这个税率应该随着收入水平的提高逐渐提高。政府不仅可以用电力消费税收收入支持节能环保,还可以用于社会救济和补贴低收入人群。

(4)对高效率设备进行补贴。为了降低能源价格上涨对居民和企业造成的负担,可以对节能措施和设备给予更多的补贴。如对于生产、购买和使用节能30%(或更高)以上的设备的企业和居民,政府给予不超过一定额度的补贴。比如,高效锅炉制造商和使用者、节能家电制造商和消费者、节能住房建造商和消费者等,都可以作为补贴的对象。同时,可以对高耗能设备给予更高的税收,甚至可以直接禁止生产和销售一些高耗能设备。欧盟近年来已经对多种高耗能产品下达了禁令,这值得我国借鉴。本文给出的数据表明,美国的汽油价格偏低,这不利于激励节约能源。但美国政府采取了许

多补贴和税收减免措施,鼓励节约能源。1978年能源税法案(The Energy Tax Act of 1978)对居民和企业购买的节能设备分别给予15%和10%的税收减免,2005年的能源税收法案出台了主要针对家电和住房的新的鼓励节能措施(Nadel & Farley, 2013)。Nadel & Farley(2013)的计算表明,所有这些激励措施都非常划算。每节约100万BTU^①的能源,联邦政府的成本在0.02~2.23美元之间,而目前美国人对每100万BTU能源所支付的价格大约是10美元。此外,根据麦肯锡公司的估计,美国采取的这些提高能源效率措施,将使得2020年的能源需求减少23%(McKinsey & Company, 2009)。

参考文献:

- [1] Cornillie J., Fankhauser S. The Energy Intensity of Transition Countries[J]. Energy Economics, 2004, (26): 283 - 295.
- [2] Field C. B., Grebenstein C. Capital-Energy Substitution in US Manufacturing[J]. Review of Economics and Statistics, 1980, (62): 207 - 211.
- [3] Fisher-Vanden K., Jefferson G. H., Liu Hongmei, Tao Quan. What is Driving China's Decline in Energy Intensity[J]. Resource and Energy Economics, 2004, 26, (1): 77 - 97.
- [4] Hsieh Chang-Tai, Klenow P. J. Misallocation and Manufacturing TFP in China and India[J]. Quarterly Journal of Economics, 2009, 124, (4): 1403 - 1448.
- [5] McKinsey & Company. Unlocking Energy Efficiency in the U. S. Economy[R]. McKinsey & Company, 2009.
- [6] Nadel S., Farley K. Tax Reforms to Advance Energy Efficiency [R]. ACEEE Research Report E132, February 6, 2013, <http://aceee.org/research-report/e132>.
- [7] Ozatalay S., Gmbaugh S., Long T. V. Energy Substitution and National Energy Policy[J]. American Economic Review, 1979, 69, (2): 369 - 371.
- [8] Welsch H., Oechen C. The Determinants of Aggregate Energy Use in West Germany: Factor Substitution, Technological Change and Trade[J]. Energy Economics, 2005, (27): 93 - 111.
- [9] 陈强. 高级计量经济学及 Stata 应用(第二版)[M]. 北京:高等教育出版社, 2014.
- [10] 金培振, 张亚斌, 李激扬. 能源效率与节能潜力的国际比较——以中国与 OECD 国家为例[J]. 北京:世界经济研究, 2011, (1).
- [11] 林伯强, 杜克锐. 要素市场扭曲对能源效率的影响[J]. 北京:经济研究, 2013, (9).
- [12] 林伯强, 王锋. 能源价格上涨对中国一般价格水平的影响[J]. 北京:经济研究, 2009, (12).
- [13] 林伯强. 能源价格改革的公平和效率[N]. 上海证券报, 2014-07-17(A01).
- [14] 史丹, 马翠萍. 我国能源需求的驱动因素与节能减排的政策效果分析[J]. 南昌:当代财经, 2014, (10).
- [15] 史丹. 当前能源价格改革的特点、难点与重点[J]. 北京:价格理论与实践, 2013, (1).
- [16] 魏楚, 沈满红. 规模效率与配置效率:一个对中国能源低效的解释[J]. 北京:世界经济, 2009, (4).
- [17] 吴利学. 中国能源效率波动:理论解释、数值模拟及政策含义[J]. 北京:经济研究, 2009, (5).
- [18] 杨继生. 国内外能源相对价格与中国的能源效率[J]. 成都:经济学家, 2009, (4).
- [19] 袁鹏, 杨洋. 要素市场扭曲与中国效率[J]. 武汉:经济评论, 2014, (2).
- [20] 张杰, 周晓燕. 利用要素市场扭曲抑制了中国企业 R&D? [J]. 北京:经济研究, 2011, (8).
- [21] 张曙光, 程炼. 中国经济转型过程中的要素价格扭曲与财富转移[J]. 北京:世界经济, 2010, (10).

^① BTU, 即英国热量单位(British Thermal Unit), 1BTU = 1.055 千焦 ≈ 0.0003 千瓦时。因此, 100 万 BTU ≈ 300 度电。

The Impact of Energy Prices on Energy Efficiency

—An Empirical Study Based on Global Data

WANG Jun-jie^{1,2}, SHI Dan¹, ZHANG Cheng^{1,3}

(1. Institute of Industrial Economics CASS, Beijing, 200836, China;

2. School of Economics JUFU, Nanchang, Jiangxi, 330013, China;

3. School of Economics NUFU, Nanjing, Jiangsu, 210023, China)

Abstract: Energy conservation is a global issue and academic focus. Through a comparative analysis, many scholars found that China's energy efficiency was not only lower than developed countries, but also lower than those countries which have similar income level with China. At present, studies on China's energy efficiency are mostly through decomposition methods, but the flaw is that this decomposition doesn't give an explanation from the point view of microscopic subject's choice. So, why China's energy efficiency is low in the end? Dose energy price could improve energy efficiency? In addition, either China's energy price is low or not? These are all worth exploring.

In this paper, we use cross-country panel data to empirically analyze the impact of energy prices on energy efficiency. The use of cross-country data set could reduce the risk of model setting error, and could help to explore the general law between energy prices and energy efficiency. Also, we can directly compare the energy prices of China and other countries and show whether energy price of China is low or not, and why that.

Using a Cobb-Douglas production function with energy, capital and labor as the three product factors, we show that energy efficiency is positively correlated with the price of energy, negatively correlated with the price of labor and positively correlated with the technology level. So, we build a dynamic model. The dependent variable is energy efficiency, and the explanatory variables include energy price, labor price, technology level and a first-order lag of energy efficiency. In addition, we use the industrial structure as a control variable.

In addition to China, the sample of this article also includes 34 OECD member countries, as well as India, Brazil, Russia and South Africa, a total of 39 countries. The sample period is from 1995 to 2012. Due to the great difference of these 39 countries on economic development level, total economy, etc., we divided the whole sample into three sub-samples, respectively G7 countries, BRICS and Mexico (hereinafter referred to as B6, big six developing countries) and other OECD countries (hereinafter referred SOECD, namely small OECD countries). G7 are developed countries and also big countries. B6 are major developing countries. SOECD are small countries and are also middle-income or high-income countries. We also divided the whole sample period into two phases: 1995—2003 and 2004—2012.

GMM estimation was used in this article for the full sample data. Estimation results indicate that, on average, a 1% increase in energy price will promote a 0.05% increase of energy efficiency, or a 0.05% fall of energy consumption per unit of GDP. This means that if energy prices increase 10 percent, it will make energy consumption per unit of GDP decrease by about 0.5%. We used the GMM and LSDV methods to estimate sub-samples. Sub-sample regression results show that: firstly, only if the energy prices have a rapid rise or the energy prices reach to a high enough level, could it be possible that energy price enhance energy efficiency improvement significantly. Secondly, in developing countries, the promoting role of energy prices on energy efficiency is very evident in the period 2004—2012. On average, a 1% increase in energy prices would promote energy efficiency to increase by 0.1%, or energy consumption per unit of GDP to fall by 0.1%. Thirdly, in developing countries, industrial structure upgrading is still the main reason for energy efficiency improvement. Fourth, technological advances can also contribute to energy efficiency improvements. Since policies can not directly change the industrial structure, the above conclusions give us a lesson that we could promote energy efficiency by increasing energy prices.

Further analysis shows that from 1995 to 2012, energy price relative to labor of China dropped significantly, which suppressed the increase of energy efficiency of China. International comparison shows that energy prices in China are relatively low and the major cause of low energy prices in China is lower energy related taxes.

Therefore, we suggest that: (1) Simplify the refined oil taxes and increase the consumption tax rate. (2) Increase the coal resource tax, which could be increased to 5% initially and increased gradually. (3) Electricity consumption tax could be levied appropriately, and which could be initially set at 10%. (4) Subsidy equipment with high energy efficiency.

Key Words: energy prices; energy efficiency; energy taxes; price reform

(责任编辑:文 川)