

中国工业行业的能源效率特征及其影响因素

——基于非参数前沿的实证分析

李世祥¹, 成金华²

(1. 中国地质大学 政法学院, 湖北 武汉 430074;

2. 中国地质大学 经济管理学院, 湖北 武汉 430074)

摘要:文章采用非参数前沿方法,对中国工业行业的能源效率特征及其影响因素进行了实证分析。结果表明,工业行业能源效率普遍偏低,而且能源与资本、劳动之间的替代效应微弱。这主要是由工业化进程中所形成的刚性高耗能技术结构所导致的。从长期看,技术进步和能源价格对提高工业行业的能源效率具有正向作用。这意味着节能减排的重点必须立足于长期,进一步推进能源价格改革,建立节能减排长效机制,弱化长期以来形成的高耗能技术结构。

关键词:工业行业;高耗能行业;能源效率;非参数前沿

中图分类号:F403.8 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-9952(2009)07-0134-10

一、引言

在中国,工业是国民经济的重要组成部分,它约占 GDP 的 50%。近些年来,高耗能型重工业的高速增长推动了中国国民经济规模的持续扩大。与此同时,工业行业的能源消费量迅猛增加。1990—2006 年,工业行业能源消费年均增速为 6.13%,高于同期全国 5.88% 的增速水平。从能源消耗的部门份额看,工业占 70% 左右,高耗能行业占 50% 左右,而世界各国工业部门的能源消费份额平均水平只有 1/3 左右。通过比较,一方面我们要正视工业领域能源效率偏低的事实,可以通过技术进步来缩小差距。另一方面,也必须认识到中国尚处于工业化、城镇化加快发展的历史阶段,高耗能产业在经济增长中仍将占有较大比重,转变能源生产和消费模式,提高能源效率,减少能源消耗,是一项长期而艰巨的任务。

从当前节能减排的政策重点来看,工业部门节能对全国节能将起主导和

收稿日期:2009-05-05

基金项目:教育部新世纪优秀人才支持计划项目(NCET-06-0661);教育部社会科学基金项目(06JA790108)

作者简介:李世祥(1979—),男,湖北巴东人,经济学博士,中国地质大学政法学院讲师;

成金华(1962—),男,湖北黄冈人,博士,中国地质大学经济管理学院教授、博士生导师。

决定性作用,在 7.5% 的 GDP 增速规划方案下,工业部门可形成节能潜力 5.97 亿吨标准煤,对完成全国目标节能量的可能贡献率达到 93.2% (戴彦德、周伏秋等,2007)。但是,在政策推行过程中,主要是采用行政命令式的政府策略,很少采用建立激励机制的治理策略。依照这一政策和计划,降低单位 GDP 能耗是主要的政策目标,那些老式的、太小的或者效率太低的高耗能项目、设备、技术将被强制淘汰。实际上,忽视经济激励长效机制会使政策执行效果大打折扣。为了经济利益,地方政府暗中对于一些高耗能项目的投资热情依然不减,使得节能减排有流于形式的迹象。我们必须认识到,单纯降低单位 GDP 能耗的节能减排目标不是在一个“五年”的短期内就可以实现的,它受制于经济发展阶段以及相应的经济结构、要素禀赋结构。因此,我们需要把节能减排放在经济发展阶段的背景下来理解,注重建立旨在调动市场主体参与积极性的长效机制。要理解这个问题,我们有必要审视在工业化迅速推进的这 10 多年,中国工业行业的能源效率究竟呈现怎样的特征,以及为什么会呈现这样的特征? 这需要结合经济发展阶段、要素禀赋结构以及一定经济激励机制下不同要素之间的替代情形来综合考察,而不能只是简单地观察单位 GDP 能耗的变动情况。

在现有文献中,也有一些研究对中国工业行业的能源利用情况进行了分析。如吴巧生、成金华等(2005)研究了 China 工业化进程中能源强度的变化。王少平、杨继生(2006)对中国工业主要行业能源需求和行业经济增长等变量进行综列单位根和综列协整检验与估计。齐志新、陈文颖等(2007)研究了工业结构与能源强度的关系。鲁成军、周端明(2008)对中国工业部门的能源替代情形进行了研究。此外,相当多研究普遍采用单位 GDP 能耗国际比较的方法来说明工业行业能源效率偏低的情况,并给出了许多节能降耗的政策措施。

但是,这些研究并未对前面提出的问题给予明确回答。而且,这些研究都是基于单位 GDP 能耗可以表征能源效率这一假设的。实际上,单位 GDP 能耗指的是基于单要素的能源生产率(与劳动生产率类似),没有考虑到能源与其他要素之间的替代,使用这样的单一指标难以体现出“效率”因素。同单位 GDP 能耗相比,基于生产前沿或成本前沿的能源效率是一种基于多要素的能源效率方法,它以经济增长为背景,以生产函数为依托,不但可以比较准确地衡量重要经济变量不断变化条件下能源与其他要素之间的替代效应,也可以反映出一个地区在一定生产要素结构下能源利用的综合水平,使评价结果更符合中国的经济现实,研究结果更具有现实意义。

具体而言,本文将采用非参数前沿方法,以工业行业面板数据为样本,深入研究中国工业行业的能源效率特征及其影响因素。该研究对于认识中国工业行业能源消费的经济环境、效率特征,进而对于节能减排政策的制定与调整,都具有重要的现实意义。在以下各部分中,第二部分说明本文的研究方

法,第三部分是关于中国工业行业能源效率特征的实证分析,第四部分是对中国工业行业能源效率变化的影响因素分析,最后部分是结论及政策含义。

二、基于非参数前沿的能源效率方法

基于前沿方法的能源效率被定义为一个行业在给定的产出水平和固定投入比例条件下,或者是成本最小化(成本效率)条件下,其最优能源投入与实际能源投入的比值。利用非参数法——数据包络分析(DEA)可以方便地计算该值。已有相关研究采用此方法来计算能源效率,如 Hu 和 Wang(2006),魏楚、沈满洪(2007),Kankana Mukherjee(2007,2008),李世祥、成金华(2008)等。这些应用性研究表明,DEA 在评价能源效率方面具有较强的适用性与解释力,也代表了当前能源效率研究的前沿方向和主流趋势。

目前大多数研究计算的是基于技术效率的能源效率,即所有投入都可以径向缩减条件下的最优能源投入与实际能源投入的比值。但在实际的政策目标中,我们可能会仅仅要求能源投入最小化,或者是生产成本最小化。因此,对测度基于投入的技术效率的 DEA 模型进行一些调整,就可以很方便地找到多目标情景下的能源效率方法。

在凸性、锥性、无效性和最小性等公理假设下,测度基于投入的技术效率的 DEA 模型如下:

$$\theta^* = \min \theta, \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j \leq \theta x_{i0}, \sum_{j=1}^n y_j \lambda_j \geq y_0, \lambda_j \geq 0 \quad (j=1, 2, \dots, n) \quad (1)$$

其中: θ^* 代表所有投入可以径向缩减条件下的技术效率值, x 代表投入, $i(i=1, 2, 3)$ 代表资本、劳动、能源, y 代表产出。在考虑到投入冗余的情况下,用最优解条件下的目标能源投入除以实际能源投入可以得到测度能源效率的一种方法,我们将通过该方法测得的能源效率记为 γ^* 。

在现有投入和产出水平下,若要单独计算能源投入的最大可能削减量,模型需要调整如下:

$$\beta^* = \min \beta, \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j \leq x_{i0}, \sum_{j=1}^n E_j \lambda_j \leq \beta E_0, \sum_{j=1}^n y_j \lambda_j \geq y_0, \lambda_j \geq 0 \quad (j=1, 2, \dots, n) \quad (2)$$

其中: β^* 代表能源投入最小化条件下的能源效率值, E 代表能源投入。

实现能源效率的另一个重要政策目标是基于成本最小化的经济目标,以使产出价格较低。若给出决策单元面临的投入价格向量 w_0 ,则模型需要作如下调整:

$$C^* = \min w'_0 x, \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j \leq x_i, \sum_{j=1}^n y_j \lambda_j \geq y_0, \lambda_j \geq 0 \quad (j=1, 2, \dots, n) \quad (3)$$

其中, C^* 代表最小化的成本。通过比较在这一最优解条件下的能源使用量与实际能源使用量,就得到了基于成本最小化的能源效率(u^*)。

三、工业行业的能源效率特征

近 10 多年来,中国处于工业化、城镇化的急剧推进时期,这带动了钢铁、化工、建材、电力、石油加工、有色金属等高耗能行业的迅速发展。事实上,正是由于这些重型化工业的增长,才支撑了中国经济几十年来奇迹般的高速增长。然而,重型化工业结构导致了巨大的能源消耗需求,对节能减排造成了严峻挑战。

本文的考察样本为整个工业部门以及 6 个两位码工业行业,这些行业是能源消耗大户,包括钢铁、化工、建材、电力、石油加工、有色金属等 6 大高耗能行业。时期跨度为 1990—2006 年。我们将各行业的经济活动都概念化为一种产出、三种投入(资本、劳动、能源)的生产技术。考虑到投入转化为产出的时滞效应,借助于计量分析,确定时滞期为 1 年。产出(y)采用分行业工业增加值指标(其中 1990—1991 年采用工业净产值数据来代替),并按“分行业工业品出厂价格指数”进行平减,换算成 1990 年不变价格。采用永续盘存法(PIM)来构建分行业的资本存量年均余额(K),详细方法参见陈勇、李小平(2006)。由于分行业的人力资本存量难以估算,我们采用分行业的职工年平均人数代表劳动投入(L)。分行业的能源消费量(E)已折算成标准煤,极个别缺失数据用线性插值法补齐。主要变量的描述性统计见表 1。另外,基于“过去掌握的技术不会遗忘”这个更加令人信服的假定,所构建的产业前沿类型为跨期前沿。在计算成本效率时,我们将每种投入的价格指数作为最优化问题中投入要素的相对价格(李世祥、成金华,2008)。

表 1 工业行业投入产出变量的描述统计(1990—2006 年)

变量	样本数	均值	标准差	量小值	量大值
K	112	6 422.97	10 875.66	363.31	52 888.69
L	112	1 236.21	2 400.04	41.83	8 548.79
E	112	23 564.70	32 878.82	1 891.00	159 491.60
y	112	2 889.90	6 797.51	101.00	42 205.72

根据实证结果,我们发现中国工业行业能源效率虽存在缓慢改进的趋势,但仍然普遍偏低,而且能源与资本、劳动之间的替代效应微弱,刚性的高耗能结构对能源价格不敏感。具体来看,主要体现在以下几个方面。

(一)工业行业能源效率普遍偏低

结果显示,从整体上看,基于前 3 个模型的中国工业以及 6 个主要耗能行业的能源效率都较低,在 39%—77%之间波动,离前沿的距离普遍较远。建材行业最低,不到 40%;其次为石油加工业,为 46%左右;稍高一点的电力行业为 70%左右,钢铁行业为 60%左右;整个工业部门也只有 56%左右。这意味着,平均来讲,中国工业部门及主要耗能行业若将现有能源投入削减 39%

—77%，仍然能够在不增加其他任何投入的条件下达到现有产出水平。

将该结果与 Mukherjee(2007, 2008)利用该方法测算美国制造业和印度制造业能源效率的结果进行对照,发现美国制造业 1970—2000 年的平均能源效率为 69%—97%,而印度制造业 1998—2004 年的能源效率平均水平也在 61%—94%,大大超出中国工业行业的平均水平。

综合来看,可以发现中国工业行业能源效率普遍偏低。在多要素生产理论框架下,无论是基于能源投入最小化目标,还是基于成本最小化目标,都表明样本期内的中国工业部门消耗了过多的能源。这一时期也是中国工业化、城镇化加速推进的时期,未来这一趋势还将持续很长一段时间,因此短期内中国工业行业的能源效率不会有很明显的提升。

(二)能源与资本、劳动之间的替代效应微弱

在多要素生产理论框架下,基于有效的激励机制,不同要素之间可以替代使用,以提高技术效率。比较几个模型的结果,我们发现几组效率值很相似,即 β^* 与 γ^* 、 μ^* 与 γ^* 之间并没有明显差异。为了得到统计上的验证,我们对分组样本进行 t 检验。结果表明,除了电力、化工在 1%水平上显著、整个工业在 5%水平上显著外,钢铁、建材、石油加工、有色金属等高耗能行业并不显著。

β^* 与 γ^* 的比较可以说明在现有生产技术水平下能源投入与其他投入的替代性,两者的相似性表明工业及主要耗能行业在现有的生产技术水平下,几乎不可能用其他投入来替代能源投入,这可能是由于落后的生产设备无法实现能源高效利用技术升级而导致的。而 μ^* 与 γ^* 的比较可以说明在所有投入要素可调整(生产工艺可以改进)的条件下能源与其他投入之间的替代性。问题是为什么基于成本最小化模型和基于技术效率模型所测得的能源效率值也是如此接近?很明显,两个模型之间的主要差异在于模型(1)并不要求投入替代,而模型(3)在当前投入组合不具有配置效率时就会要求投入替代,两者的相似性表明即使在一个较长的时间里能源与其他要素之间的替代性仍然很小。

钢铁、建材、石油加工、有色金属是显而易见的能源密集型行业,能源替代性较低在预见之中。然而,更有趣的是,我们发现整个工业部门的能源与其他投入之间的替代性也是如此之小,而且基于技术效率模型和基于成本最小化模型所得到的能源效率值都很低,只有 56%左右,反映出中国工业整体上仍然是以能源密集型经济结构和产品结构为主导,能源消耗大,附加值低。

(三)刚性的高耗能结构对能源价格不敏感

我们也发现一个有趣的现象,即当考虑投入的相对价格时,工业及主要耗能行业能源效率与相应的成本效率之间的差距相当小(见表 2)。这一结果与 Mukherjee 的发现形成了对照,对于美国制造业部门,从成本最小化模型得到的能源效率则明显低于其相应的成本效率,这是由美国能源的相对价格较高,

企业倾向于用其他要素来替代能源。而对于印度制造业部门,从成本最小化模型得到的能源效率则明显高于其相应的成本效率,这是由印度能源的相对价格较低、能源节约使用的激励效应较小所致。但是对于中国工业部门,基于成本最小化的能源效率与成本效率都比较低,而且之间差异较小,这表明即使能源的相对价格较低,工业行业也无法显著减少能源使用量,这再次证明了高耗能型的技术结构在短时期内不易调整,因而不利于能源的节约使用。

表 2 1990—2006 年工业及主要耗能行业成本效率及其能源效率均值

模型	工业	钢铁	化工	建材	电力	石油加工	有色金属
成本效率	0.5633	0.5960	0.5316	0.3959	0.7711	0.4553	0.5158
基于成本效率的能源效率	0.5578	0.6132	0.5360	0.3948	0.7325	0.4591	0.5264

在现实中,能源价格改革等因素常常会导致能源价格大幅波动,而且 20 世纪 90 年代以来中国能源价格改革一直在加速推进,因此有必要了解能源效率 μ^* 与能源价格波动之间的关系。为此,我们计算了能源效率 u^* 与能源价格指数波动之间的 pearson 相关系数。结果表明,样本期内整个工业部门以及钢铁、化工、建材、有色金属行业的能源效率与能源价格波动之间负相关。一个可能的解释是,当能源价格上涨时,只要其他投入价格没有相似幅度的增长,模型(3)就会要求减少能源投入。然而,如果实际能源投入不能立即尽可能得到削减,所测得的能源效率值就会下降。另一方面,当能源价格下降时,最优解要求增加能源使用。这时如果实际能源投入也不能立即尽可能增加时,所测得的能源效率值就会上升。负的相关系数似乎表明,从整体上看,工业部门中的大多数行业不容易对能源价格波动做出及时反应以迅速调整投入比例。

四、工业行业能源效率的影响因素分析

通过进一步的实证考察,我们发现中国工业行业所呈现的上述能源效率特征,主要是由于工业化进程中所形成的刚性高耗能技术结构所决定的。此外,从长期来看,技术进步和能源价格也是影响工业行业能源效率变化的重要因素。实证分析过程和结果如下。

(一)基本理论与模型设定

工业化需要消耗大量能源,而工业化的迅速推进是近 10 多年来中国经济发展的显著特点,因此,要理解中国工业行业能源利用情况及其效率特征背后的影响因素,必须结合工业化的背景来考察。在此背景下,综合相关研究成果和中国能源经济的实际,我们认为工业化水平、产业结构、工业内部结构、能源结构、技术进步、能源价格等这些重要经济变量是中国工业行业能源效率变化的主要影响因素。对此,我们利用相关数据进行实证分析。

与大多数使用单位 GDP 能耗作为被解释变量的做法不同,我们利用基于

前沿方法的能源效率作为被解释变量。由于计算得到的能源效率为受限值(0,1],故采用 Tobit 回归方法来估计是合适的,估计模型如下:

$$Y_i^* = X_i\beta + \epsilon_i, i=1,2,\dots,n$$

$$Y_i = Y_i^*, \text{如果 } Y_i^* > 0$$

$$Y_i = 0, \text{如果 } Y_i^* \leq 0$$

其中: Y_i^* 为潜变量(latent dependent variable), Y_i 为观察到的因变量, X_i 为自变量向量, β 为相关系数向量, ϵ_i 为独立且 $\epsilon_i \sim N(0, \sigma)$,因此 $Y_i^* \sim N(X_i, \beta, \sigma)$ 。

(二)变量定义与数据来源

基于对能源效率影响因素的理论假设,我们从经济结构、技术进步、能源价格三个方面来展开实证分析。解释变量包括产业结构、工业内部结构、工业化水平、能源结构、技术进步、能源价格。由于能源与其他要素之间的替代效应微弱是中国工业化进程中能源效率的主要特征之一,长期以来内化形成的刚性高耗能技术结构使得能源与其他要素之间的互补性较强,而这与能源效率评价模型(1)的假设是吻合的,也就是说基于模型(1)所计算的能源效率更准确些,因此,我们以基于技术效率和冗余调整的能源效率 γ^* 为被解释变量。

自改革开放以来,中国工业化进程的直接表现就是农业剩余劳动力向非农产业快速转移,基于这种考虑,我们采用非农产业的就业比重来衡量中国的工业化水平(nals)。与工业化直接相关的就是经济结构,主要包括产业结构和工业内部结构,一方面经济结构是由工业化所引起的结果,另一方面经济结构也会对能源利用情况产生重要影响。我们以工业增加值占GDP的比重代表产业结构(ivs),以工业产值中的重工业比重代表工业内部结构(his)。在结构方面,还必须考虑到能源结构对能源效率的影响,煤炭在中国能源消费总量中的比重超过70%,而非化石能源的增长却很缓慢,我们以能源结构中的煤炭比重(cs)和非化石能源比重(nfs)代表能源结构。技术进步也是影响能源效率的重要因素,考虑到改革开放后中国采取的是比较优势战略,主要通过引进外资(包括跨国企业在华投资建厂、进口发达国家的技术设备、技术转移与技术引进等)来加快物化性技术进步,我们用实际利用外资额增长指数来表征技术进步(fdii)。此外,20世纪90年代以来中国能源市场化与价格改革的加速,对能源效率产生了重要影响,我们以燃料动力类价格指数代表该制度变量(pe)。研究样本为中国工业行业,时间跨度为1990—2006年,相关数据来源于各年《中国统计年鉴》和《能源统计年鉴》。

(三)结果分析

我们首先利用所有的7个解释变量进行第一次回归,然后利用第一次回归中在10%或更好显著水平上的解释变量进行第二次回归。模型的回归结果见表3。

表 3 解释工业行业能源效率变化的 Tobit 估计结果

参数	工业		钢铁		化工		建材		电力		石油加工	有色金属	
截距	6.69 (2.04)	8.31 (1.27)	8.58 (2.61)	11.21 (1.65)	6.48 (2.05)	5.35 (0.74)	10.55 (3.62)	8.73 (2.24)	4.21 (2.76)	2.31 (1.09)	6.4 (1.08)	3.37 (1.18)	2.61 (0.54)
ivs	-12.7*** (3.74)	-12.1*** (2.97)	-12.4*** (4.85)	-13.6*** (3.88)	-12.2*** (3.76)	-7.37*** (2.54)	-14.7** (6.74)	-11.7** (5.22)	-12.4*** (5.02)	-11.1*** (4.06)	-19.9*** (2.11)	-10.9*** (2.2)	-10.6*** (2.02)
his	0.74 (1.53)		2.11 (1.99)		1.25 (1.54)		-2.24 (2.76)		0.57 (2.05)		-4.47*** (0.83)	1.25 (0.9)	
nals	-7.05*** (2.97)	-8.51*** (2.19)	-10.7*** (3.82)	-13.9*** (2.86)	-6.14** (2.98)	-7.61*** (2.54)	-12.6*** (5.33)	-9.7*** (3.87)	-7.55** (3.97)	-7.6*** (2.97)	-8.76*** (1.59)	-3.06* (1.73)	-4.1*** (1.53)
cs	1.02 (1.86)		-0.17 (2.37)		-0.04 (1.88)		1.82 (3.2)		4.8* (2.57)	6.4*** (1.95)	9.42*** (0.99)	1.87* (1.06)	3.54*** (0.85)
nfs	-12.42** (5.55)	-16.4*** (4.59)	-15.2*** (7.16)	-20.2*** (5.96)	-8.18 (5.58)		-20*** (9.96)	-18.1** (8.08)	-7.25 (7.45)		-6.12** (2.98)	-5.22 (3.24)	
fdii	0.04* (0.02)	0.05** (0.02)	0.05* (0.03)	0.06*** (0.02)	0.03 (0.02)		0.09*** (0.04)	0.07** (0.03)	0.02 (0.03)		0.04*** (0.01)	0.01 (0.01)	
pe	0.52** (0.19)	0.58*** (0.08)	0.5** (0.25)	0.72*** (0.11)	0.49*** (0.19)	0.62*** (0.09)	0.7** (0.33)	0.45*** (0.14)	0.56** (0.27)	0.67*** (0.13)	0.7*** (0.1)	0.39*** (0.11)	0.55*** (0.06)
Log likelihood	18.38	17.73	16.84	16.06	18.30	15.05	11.12	10.79	12.66	11.89	27.69	28.34	25.34

注：石油化工下面只有一栏，是因为在第一次回归中，所有的变量都显著，不需要做二次回归。括号内为标准误，*、**、*** 分别表示显著水平为 10%、5%、1%。

结果显示，工业化水平、产业结构对于工业行业能源效率具有明显的负向作用，工业内部结构基本上没有通过显著性检验。产业结构中的工业比重每增加一个单位将导致能源效率下降 7—20 个单位，影响系数较大的如钢铁、建材、电力、石油加工行业；工业化水平每提高一个单位将导致能源效率下降 3—14 个单位，影响系数较大的如钢铁、建材行业。除了农业剩余劳动力向非农产业快速转移以外，中国工业化的另一显著特点就是工业部门迅速扩张。1990—2006 年各省 GDP 中工业所占比重虽有缓慢下降的趋势但仍然维持在一个较高的比例，而且重工业比重呈不断增加的趋势，出现了“重新重工业化”的现象。中国工业部门扩张不是由自身的技术结构升级引起的，而是由重型化的高耗能产业投资膨胀引起的。这导致了中国在过去及未来相当长的一段时间内所具有的能源密集型工业结构与生产技术结构的特性。具有刚性且不断得到强化的高耗能技术结构使得生产中能源不容易与其他要素进行替代，从而使工业行业以及全国整体上的能源利用呈现低效率的特征。

在估计结果中，能源结构中的煤炭比重要么是系数符号与预期相反，要么是未通过显著性检验，而非化石能源比重的增加反而引起了工业行业能源效率的下降，这可能与刚性的高耗能结构有关。

技术进步对于工业行业的能源效率具有显著的提升作用。技术进步每增加一个单位将使得整个工业部门能源效率提高 0.04—0.05 个单位。该变量对建材行业的影响最大，系数在 0.07—0.09 之间；钢铁行业次之，在 0.05—0.06 之间；石油加工业为 0.04。在工业行业能源效率评价中，由于我们的模型是基于跨期前沿的，样本期内后面年份效率较高的现象反映出这些部门存在着技术进步，也证明技术进步对于提高能源效率具有重要作用。

估计结果也表明，能源价格对于工业以及主要耗能产业的能源效率具有一致的显著促进作用。对于整个工业部门，能源价格的影响系数在 0.5—0.6

之间;对钢铁行业的影响系数在 0.5—0.7 之间;化工行业为 0.5—0.6;建材行业为 0.45—0.7;电力行业为 0.6—0.7;石油加工业为 0.7;有色金属行业为 0.4—0.55。虽然“刚性的高耗能结构对能源价格不敏感”是中国工业行业表现出的能源效率特征之一,但是从长期来看,能源价格的市场化改革对于工业行业的能源节约还是具有显著的正向激励作用。

五、结论及政策含义

本文采用非参数前沿方法,以工业行业面板数据为样本,对中国工业的能源效率特征及其影响因素进行了深入分析。结果表明,中国工业行业能源效率虽存在缓慢改进的趋势,但仍然普遍偏低,而且能源与资本、劳动之间的替代效应微弱,刚性的高耗能结构对能源价格不敏感。这主要是由于工业化进程中所形成的刚性高耗能技术结构所决定的。除结构因素外,从长期来看,技术进步和能源价格对工业行业的能源效率变化也具有重要的影响作用。

论文结论蕴含着重要的政策含义。中国政府推行的节能减排,工业行业是重点。当前工业行业节能减排的主要做法是强行关停一些不符合标准的项目,但是这种“局部性的药方”却忽视了中国多年来所形成的刚性高耗能技术结构,其效果也就会大打折扣。因此,我们的政策重点必须立足于长期,谨慎采用行政命令式的政府策略这种短期行为,重点采用基于激励机制的治理策略,弱化长期以来形成的高耗能技术结构,引导节能环保型技术的创新与扩散。

要建立节能减排的长效机制,就必须进一步推进能源价格改革。如果能源的相对价格还是过低,依靠行政手段将很难抑制能源需求的增长。这几年的实践证明,在强劲的能源需求面前,行政手段已无力抑制高耗能产业的增长,节能减排也缺乏推动力。从经济激励的角度讲,当前中国的能源价格管制和节能减排政策是相悖的。能源价格管制导致价格扭曲,这将会导致经济主体行为与合意目标的更大偏离,产生更大的社会成本。抑制能源需求增长的最有效办法就是传递真实的价格信号,发挥价格杠杆的作用。

参考文献:

- [1]陈勇,李小平.中国工业行业的面板数据构造及资本深化评估:1985—2003[J].数量经济技术经济研究,2006,(10):57—68.
- [2]戴彦德,周伏秋、朱跃中等.实现单位 GDP 能耗降低 20%目标的途径和措施建议[J].中国工业经济,2007,(4):29—37.
- [3]鲁成军,周端明.中国工业部门的能源替代研究——基于对 ALLEN 替代弹性模型的修正[J].数量经济技术经济研究,2008,(5):30—42.
- [4]李世祥,成金华.中国主要工业省区能源效率分析:1990—2006年[J].数量经济技术经济研究,2008,(10):32—43.
- [5]李世祥,成金华.中国能源效率评价及其影响因素分析[J].统计研究,2008,(10):18—27.

- [6]齐志新,陈文颖,吴宗鑫.工业轻重结构变化对能源消费的影响[J].中国工业经济,2007,(2):35—42.
- [7]王少平,杨继生.中国工业能源调整的长期战略与短期措施——基于12个主要工业行业能源需求的综列协整分析[J].中国社会科学,2006,(4):88—96.
- [8]吴巧生,成金华,王华.中国工业化进程中的能源消费变动——基于计量模型的实证分析[J].中国工业经济,2005,(4):30—37.
- [9]魏楚,沈满洪.能源效率及其影响因素:基于DEA的实证分析[J].管理世界,2007,(8):66—76.
- [10]Jin-Li Hu, Shih-Chuan Wang. Total factor energy efficiency of regions in China[J]. Energy Policy, 2006, 34(17): 3206—3217.
- [11]Mukherjee K. Energy use efficiency in US manufacturing: A nonparametric analysis [J].Energy Economics,2008, 30: 76—96.
- [12]Mukherjee K. Energy use efficiency in the Indian manufacturing sector: An interstate analysis[J].Energy policy,2007,(10): 1—11.

The Energy Efficiency Feature of Industrial Sectors in China and Its Influencing Factors

LI Shi-xiang¹, CHENG Jin-Hua²

(1.School of Political Science and Law, China University
of Geosciences, Wuhan 430074, China;

2.School of Economics and Management, China University
of Geosciences, Wuhan 430074, China)

Abstract: The paper makes an empirical study on the energy efficiency feature of industrial sectors and the influencing factors based on nonparametric frontier model. The results show that the energy efficiency of these industrial sectors is generally low and the energy has weak substitute effects on capital and labor, which is due to the rigid technical structure with a high rate of energy consumption for these years. In the long run, the technical progress of energy usage and energy price mechanism has positive effects on improving energy efficiency. It implies that the governments should deepen energy price reform, establish the long-term and effective mechanism for energy consumption and emission reduction and weaken the rigid technical structure with a high rate of energy consumption.

Key words: industrial sector; energy-intensive industry; energy efficiency; nonparametric frontier analysis (责任编辑 周一叶)