

# 基于分位数回归的我国能源效率影响因素动态研究

陈晓毅

(中央财经大学, 北京 100081 ;  
广西财经学院, 广西 南宁 530003)

**摘要:** 利用1978~2010年样本数据, 通过分位数回归模型详细研究了各因素对能源效率在不同分位点上的影响变化。研究发现, 能源价格对能源效率的影响随着能源效率的提高呈U型分布; 产业结构的变动只有在能源效率较低时才会对其产生明显的影响作用; 能源效率低下时, 技术进步会促进能源效率的提高, 而能源效率较高时, 技术进步存在“回弹效应”; 城市化水平的提高有利于能源效率的提高, 并且这种作用随着能源效率的提高而不断增强。最后, 根据实证分析的结果给出了相关建议。

**关键词:** 能源效率; 影响因素; 分位数回归

**文献引用:** 陈晓毅. 基于分位数回归的我国能源效率影响因素动态研究[J]. 生态经济, 2012(8): 63~66.

**中图分类号:** F224; F206 **文献标识码:** A

## A Demonstrational Analysis of Influence Factor on China's Energy Efficiency Based on the Quantile Regression Model

CHEN Xiaoyi

(Central University of Finance and Economics, Beijing 100081, China;  
Guangxi University of Finance and Economics, Nanning Guangxi 530003, China)

**Abstract:** Based on the data of China from 1978 to 2010, the paper studies the impact of factors on energy efficiency by quantile regression method. It finds that the impact of energy price looked like “U” with the enhance of energy efficiency, the effect of industry structure is obvious only when energy efficiency is low, technological advances can increase energy efficiency when it is low, but there exist “Rebound Effect” when energy efficiency is high, the increase of level of urbanization are useful to enhance energy efficiency. In the end, according to the results, the article gives some suggestion.

**Key words:** energy efficiency; determinants; quantile regression

### 1 引言

据2011年BP能源统计, 2010年中国占全球能源消费达到20.3%, 赶超美国成为世界最大能源消费大国。随着石油、天然气、煤炭进口的不断增长, 中国能源对外依存度进一步上升, 获取能源的成本也不断提高。这表明, 中国经济的可持续发展需要比以前付出更多的努力, 提高能源使用效率已成为摆在中国面前急需解决的问题。为此, 对中国能源效率的影响因素及其作用机制进行深入研究, 探寻提高能源效率方法与途径, 具有很强的现实意义。

对于能源效率影响因素问题, 国内外学者进行了大量研究。科尔尼(Cornillie)和范克豪泽(Fankhauser)通过对苏联和中东欧等转型国家的比较研究发现, 加快企业重组和提高能源价格是促进能源利用效率的两种方式<sup>[1]</sup>。胡宗

义等的研究表明, 在“十一五”期间提高能源价格在短期和长期均能显著降低中国的能源强度<sup>[2]</sup>。马(Ma)和施特恩(Stern)用分解法发现, 1980~2003年产业和部门结构变化降低了中国的能源效率, 但在1994~2003年间, 产业内部结构变化提高了中国的能源效率<sup>[3]</sup>。史丹的研究表明, 我国在能源弹性系数较小的条件下实现经济高速增长主要是经济结构的变动降低了单位GDP的能源消耗<sup>[4]</sup>。李廉水、周勇利用DEA分析方法, 对中国35个工业行业的能源效率进行了研究, 结果发现技术效率是工业部门能源效率提高的主要原因<sup>[5]</sup>。刘畅、孔宪丽和高铁梅对中国29个工业行业的面板数据进行实证研究, 其结果表明: 科技经费支出的增加有助于高能耗行业能源效率的提高<sup>[6]</sup>。这些研究极大的丰富了对能源效率影响因素的认识, 但

基金项目: 广西哲学社会科学“十二五”规划2011年项目(11EJ001); 北京市属高等学校人才强教深化计划(PHR20090505); 科技创新平台建设——价格波动研究基地建设; 科技创新平台: 北京期货与大宗商品市场研究基地的资助

作者简介: 陈晓毅(1976~), 女, 广西河池人, 博士生, 副教授, 研究方向为应用统计。

由于数据和方法所限,有的研究仅从单一角度考察某一因素对能源效率的影响,而我国能源利用效率是多层次、多尺度的复杂问题,仅仅考虑单一因素不利于全面地把握我国能源效率变化及成因;有的研究在对影响能源效率的各因素进行分析时,大多采用最小二乘法进行估计,这样得到的回归系数只能反映各因素对能源效率在全部样本期间的平均影响程度,但无法深入、细致地揭示各个因素在不同的区间对能源效率的影响程度,结论过于笼统。因此,本文利用 1978 ~ 2010 年我国能源效率、能源价格、产业结构、技术进步以及城市化水平相关数据,采用分位数回归法对影响能源效率的各因素进行分析。分位数回归法可以有次序地分析在各因素影响下,能源效率在不同的条件分布下的特征,并且克服极端值所带来的估计不精确问题,这样才能深入、细致地分析各因素对能源效率动态演化机理的影响,进而为提高能源效率提供理论支撑。

## 2 模型方法与数据

分位数回归(分量回归)最早由凯恩克(Koenke)和巴西特(Bassett)提出的,可以看成是对以古典条件均值模型为基础的普通最小二乘法(OLS)的延伸,OLS 用来估计自变量对因变量条件平均数的效果,其假设是不同分布点自变量的效果是相同的。而分位数回归则是一种更一般化的估计方法,其目的在于观察分布中不同分位点上自变量的不同作用程度。

在分位数回归中,参数估计一般采用加权最小一乘法(Weighted Least Absolute, WLA),估计第  $\theta$  个分位回归的目标函数表达式为:

$$V_n(\beta; \theta) = \frac{1}{n} \left[ \theta \sum_{t: y_t - x_t' \beta > 0} |y_t - x_t' \beta| + (1 - \theta) \sum_{t: y_t - x_t' \beta < 0} |y_t - x_t' \beta| \right] \quad (1)$$

式中,  $y_t$  和  $x_t$  ( $t=1, 2, \dots, n$ ) 分别为因变量和自变量,  $n$  为样本量,  $\theta$  既是给定的权重,也是估计中所取的分位点值 ( $0 < \theta < 1$ ),  $\beta_\theta$  为各分位点估计系数值,其基本含义是在回归线上方的点(残差为正),其权重为  $\theta$ ,而在回归线下方的点(残差为负),其权重为  $(1 - \theta)$ 。当  $\theta=0.5$  时,即为中位数回归。估计的参数值  $\beta_\theta$  将随  $\theta$  值的变化而有所不同。

估计第  $\theta$  个分位的参数估计值  $\beta_\theta$ ,即是对目标函数  $V_n(\beta; \theta)$  的最小化。最小化  $V_n(\beta; \theta)$  的一阶条件是:

$$\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T x_t (\theta - I_{(y_t - x_t' \beta < 0)}) = 0 \quad (2)$$

式中,  $I$  为指示函数(Indicator Function),

$$I_{(y_t - x_t' \beta < 0)} = \begin{cases} 1, & y_t - x_t' \beta < 0 \\ 0, & y_t - x_t' \beta \geq 0 \end{cases} \quad (3)$$

通过线性规划方法对一阶求解可得到分位数回归参数估计值  $\beta_\theta$ 。

本研究所运用的回归模型设定如下:

$$\ln EI_t = \alpha_0 + \alpha_1 \ln EP_t + \alpha_2 \ln CYJG_t + \alpha_3 \ln TEC_t + \alpha_4 \ln CSH_t + \varepsilon_t \quad (4)$$

其中,  $EI$  表示能源效率,本文选取 1978 ~ 2010 年当期能源消费总量与不变价格计算的 GDP (1978 年为基期) 比值来表示能源效率,该比值越大,说明能源效率越低。 $EP$  表示能源价格,由于我国没有专门编制能源价格指数,本文采取如下方法进行处理:以每年我国能源消费总量的构成(煤炭、石油、天然气、水电)比例为权重,将煤炭行业、石油行业、电力行业以 1978 年为基期的工业品出厂价格指数进行加权平均,构造我国能源消费的综合价格指数,其中,石油和天然气均使用石油行业出厂价格指数。本文将以以此构造的能源消费综合价格指数作为能源价格指数的替代。 $CYJG$  是产业结构,本文选取第二产业占 GDP 比重来衡量产业结构。 $TEC$  代表技术进步,本文采用劳动生产率指标反映技术进步。 $CSH$  代表城市化水平,我们用非农就业比重而不是城镇人口比重来反映城市化水平,这是因为我们考虑到用就业人口来替代户籍人口更能体现农村劳动力从第一产业向第二、第三产业的转移过程,因此,城市化变量也是劳动力转移的反映。数据的区间为 1978 ~ 2010 年。所有数据来源于各年《中国统计年鉴》以及《新中国五十五年统计资料汇编》,所有检验结果均使用 Statas10.0 计量经济分析软件进行分析。

## 3 实证分析

### 3.1 协整检验

为消除异方差,首先对各变量进行了取对数处理;为避免伪回归,要求变量具有相同的单整阶数,且变量之间具有协整关系,所以先对能源效率与各影响因素变量进行平稳性和协整关系检验。

表 1 单位根检验结果

变量	ADF 检验值	检验类型	临界值	结论
$\ln EI$	-2.524 79	(c,t,1)	-3.562 88**	不平稳
$\ln EP$	-2.251 23	(c,t,1)	-3.562 88**	不平稳
$\ln CYJG$	-2.615 61	(c,t,1)	-3.562 88**	不平稳
$\ln TEC$	-1.941 13	(c,t,1)	-3.562 88**	不平稳
$\ln CSH$	-1.422 25	(c,t,1)	-3.562 88**	不平稳
$\ln EI$	-3.166 51	(c,0,1)	-2.960 41**	平稳
$\ln EP$	-3.629 47	(c,0,1)	-2.960 41**	平稳
$\ln CYJG$	-4.271 38	(c,t,1)	-3.562 88**	平稳
$\ln TEC$	-3.843 37	(c,t,1)	-3.562 88**	平稳
$\ln CSH$	-3.349 67	(c,0,1)	-2.960 41**	平稳

注:检验类型(c,t,k)中的c和t表示带有截距项和趋势项,k表示所采用的滞后阶数,\*\*表示 5% 显著性水平下的临界值;表示一阶差分。

由表 1 可以看出,在样本期间内,能源效率及其影响因素在 5% 临界水平下都是非平稳序列,而经过一阶差分后都变成了平稳序列,即这五个序列都是单整序列,可以

进一步分析它们之间是否存在协整关系。

采用 JJ 方法进行协整检验的结果如表 2 所示,当协整向量个数为 0 时,迹统计量为 88.056 34,大于 5% 显著水平下的临界值,所以拒绝不存在协整关系的零假设,协整向量个数应大于 0,五个变量之间存在协整关系。进一步检验协整向量的个数,当协整向量个数为 1 时,迹统计量为 46.330 12,  $p$  值为 0.069 1 故在 10% 的显著水平下接受存在一个协整关系的零假设,五个变量之间存在一个协整关系,可以建立它们之间的分位数回归模型。

表 2 Johansen 协整检验

协整向量个数原假设	特征根	Trace 统计量	5% 临界值	$p$ 值
没有	0.739 723	88.056 34	69.818 89	0.000 9
最多一个	0.573 951	46.330 12	47.856 13	0.069 1

### 3.2 分位数回归分析

利用能源效率影响因素的基本模型(4)进行分位数回归,得到各分位点上的分位数回归结果如表 3 所示。

表 3 能源效率影响因素的分位数回归结果

影响因素	分位数				
	0.1	0.25	0.5	0.75	0.9
$\ln EP$	-0.235 26*** (-3.95)	-0.403 2** (-3.01)	-0.437 89*** (-7.25)	-0.217 39** (-2.9)	-0.162 63*** (-34.31)
$\ln CYJG$	0.403 296 (-1.72)	0.208 545 (-0.36)	0.923 81** (-3.76)	0.975 561** (-4.12)	0.981 447*** (-28.02)
$\ln TEC$	0.137 223 (-1.28)	0.854 071** (-2.82)	0.519 518** (-3.84)	-0.047 307** (-3.22)	-0.172 69*** (-12.55)
$\ln CSH$	-2.263 52** (-5.25)	-2.196 23** (-3.38)	-1.269 57** (-3.65)	-0.746 11 (-1.34)	-0.403 94*** (-11.91)
截距项	3.615 156*** (-2.84)	2.478 406 (-0.84)	-0.696 32 (-0.35)	1.191 491 (-0.36)	1.301 862*** (-8.26)
Pseudo $R^2$	0.847 2	0.863 7	0.882 9	0.874 4	0.892 3

注:括号内为  $t$  统计量,\*\*表示在 5% 水平上显著;\*\*\*表示在 1% 水平上显著。

由于我们以单位 GDP 能耗来反映能源效率,单位 GDP 能耗越高,则能源效率越低,故在表 3 中随着分位点的增加,能源效率是递减的。由表 3 可以看到,能源价格 EP 的能源效率弹性系数在各分位点都通过了 5% 的显著性检验,而且在各分位点均为负值,说明能源价格的上升有利于提高能源效率。进一步观察我们可以发现,价格的能源效率弹性系数随着分位点的增加大致呈 U 型的分布,即在样本区域内,当能源效率比较低和能源效率比较高时,能源价格对其的影响程度比较小,而当能源效率处在中间水平时,能源价格的影响程度则比较大,分析其原因,我们认为,在样本区域内,能源效率很低的阶段正是我国改革开放的初期,该时期能源供需矛盾与解放初期相比得到

了很大缓解,能源相对价格增长非常平缓甚至出现了下降,显然其影响能源效率的作用比较有限,随着能源效率的逐渐提高和能源价格的逐步放开,能源价格对能源效率的影响在增强,到了经济结构调整以及技术进步导致的能源效率较高阶段,能源价格的影响作用又开始变弱,这也符合边际递减的规律。

产业结构  $CYJG$  的能源效率弹性系数只有在 0.5 以上的分位点才通过了检验,而在较低分位点均未通过检验,说明产业结构的变动只有在能源效率较低的水平下才会产生明显的影响作用,从表 3 中我们也可以看到,随着分位点的上升,产业结构的能源效率系数是递增的,这表明能源效率越低,其受产业结构变动的影响越大,产业结构的能源效率弹性在各分位点上都为正值,由于我们以第二产业产值占 GDP 比值来反映产业结构,这说明了第二产业产值占 GDP 比值越高,能源效率越低。这反映出中国典型的产业结构特征,即以工业为主的产业结构,而工业中又以重工业为主的内部结构,对能源效率具有明显的负向作用。

在表 3 中,技术进步  $TEC$  的能源效率弹性系数除了在 0.1 上的分位点以外,在其余分位点上都是显著的,而且其变化最为有趣。在较高的分位点处,即能源效率较低时,技术进步的能源效率弹性系数为负值,这说明了能源效率在较低时,经济多为粗放式增长,此时技术进步会有利于节能减排,促进能源效率的提高;而在较低的分位点上,即能源效率较高时,技术进步的能源效率弹性系数却为正值,技术进步对能源效率有负向作用,其原因可能在于,在能源效率较高阶段,技术进步产生了“回弹效应”(rebound effect),即技术进步会促进了经济增长,后者加剧了对能源的需求,使得最终降低了能源效率。

我们可以看到,城市化  $CSH$  的能源效率弹性系数在各分位点上都是显著的而且均为负值,而且弹性随着能源效率的提高(分位点的下降)呈不断增强的趋势,这说明了城市化水平的提高会对能源效率的提高产生积极的作用,并且这种作用随着能源效率的提高而不断增强。虽然城市化的发展虽然依赖于能源的消耗,但城市化进程的加快会带动产业结构、技术结构的合理调整,导致配置的优化,资源的合理的利用,从而有利于提高能源效率,只要我们注重城市化的发展质量,城市化推进对提高能源效率的积极作用就能保持不断的增长。

## 4 总结

利用分位数回归法研究能源价格、产业结构、技术进步以及城市化水平对我国能源效率的影响极其变化特征,实证研究的结果发现:能源价格对能源效率的影响随着能



源效率的提高呈 U 型分布,符合边际递减规律;产业结构的变动只有在能源效率较低时才会对其产生明显的影响作用,第二产业占 GDP 比值越高,能源效率越低;能源效率低下时,技术进步会促进能源效率的提高,而能源效率较高时,技术进步存在“回弹效应”;城市化水平的提高有利于能源效率的提高,并且这种作用随着能源效率的提高而不断增强。

结合本文的结论,我们认为可以从以下几个方面改进能源的利用效率:

第一,推进能源价格改革,建立能源提升的长效机制。在中国经济快速增长的背景下,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。从经济激励的角度讲,当前中国的能源价格管制与节能减排政策是互相矛盾的。能源价格管制导致价格扭曲,产生更大的社会成本。抑制能源需求增长的有力工具之一就是传递真实的价格信号,最大限度地发挥价格杠杆的作用。

第二,调整产业结构,促使经济结构由高能源型向低能耗型转变。除了大力发展第三产业外,还应加强工业结构的高端化,因为我国工业化的任务尚未完成,今后很长一段时期工业化仍是经济发展的重点,而且第三产业的发展也以第二产业的发展为基础,因此,当前节能减排的重点应该在工业领域,而非仅仅寄希望于第三产业。要实现工业结构高端化,对内要调整、引导终端需求内容和模式,对外要优化出口结构,不能长期以高资源消耗、高环境污染为出口竞争的代价,要善于抓住国际产业转移机遇来降

(上接48页)

### 3.4 加快清洁生产审核方法学创新

尽快探索出适用于我国农业及第三产业清洁生产审核的方法和程序。研究企业清洁生产审核节能量和减排量的计算、核定方法。另外,要增强中小企业清洁生产审核的机动性,创造灵活多样的适合中小企业的审核方法,可以对中小企业清洁生产审核进行专项培训和交流,对清洁生产审核的验收要注重实效。

### 3.5 构建信息交流平台

构建国家及地方清洁生产信息网络,使清洁生产法规政策、咨询机构简况及业绩、专家专业特长和清洁生产技术方案得到共享。促进企业和公众对清洁生产的认识,增强政府、企业与专家的交流合作,促进通用技术、成熟的清洁生产方案、共性的污染物处置方法的推广应用。NGO 组织应该担负起清洁生产公众教育的责任,提高公众参与度。

参考文献:

[1]于秀玲,马妍.我国推行清洁生产面临的问题及对策[J].环境保

低能源消耗。

第三,鼓励科技研发创新,特别是高耗能行业的技术改造力度。依靠自主创新实现能源工业的技术进步,使中国在节能等重点领域和关键环节取得技术突破是提高能源利用效率的重要途径。要解决技术进步的“回弹效应”,除了依靠发展清洁能源和价格调整外,还应改变我们的能源消费习惯,从消费的变化促进生产类型的转变。

第四,注重城市化进程的质量。合理控制城市化进程速度,提倡低碳型生活方式,合理配置城市生产、生活资源,避免过多人口涌入城市而造成的住房紧张和交通拥挤局而,提高城市居民的低碳认知水平,倡导低碳型生活方式,增加清洁能源利用比重,减少煤炭等不可再生能源的消耗量。

参考文献:

- [1]Cornillie J, Fankhauser S. The Energy Intensity of Transition Countries [J]. Energy Economics, 2004, 26:283-295.
- [2]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):91~95.
- [3]Ma C, Stern D. China's Changing Energy Intensity Trend: A Decomposition Analysis [J]. Energy Economics, 2008, 30:1037-1053.
- [4]史丹.中国能源效率的地区差异与节能潜力分析[J].中国工业经济,2006(10):49~58.
- [5]李廉水,周勇.技术进步能提高能源效率吗?——基于中国工业部门的实证检验[J].管理世界,2006(10):82~90.
- [6]刘畅,孔宪丽,高铁梅.中国能源消耗强度变动机制与价格非对称效应研究——基于结构VEC模型的计量分析[J].中国工业经济,2009(3):59~70.

护,2010,(16):15~17.

- [2]周琼.闽台畜禽清洁生产技术研究概述[J].台湾农业探索,2010,(5):21~25.
- [3]汪琴.北京市第三产业清洁生产的必要性、现状和对策建议[J].北京化工大学学报:社会科学版,2010,(1):32~43.
- [4]侯华华.区域清洁生产理论与方法研究[D].济南:山东大学,2005.
- [5]石磊,钱易.国际推行清洁生产的发展趋势[J].中国人口·资源与环境,2002,12(1):64~67.
- [6]马妍,白艳英,于秀玲,等.完善清洁生产法规体系促进“十二五”节能减排[J].环境保护,2010(12):29~31.
- [7]肖文海.构建资源环境价格制度推进循环经济长效发展[J].贵州财经学院学报,2010(5):42~46.
- [8]孙大光,吴锐.浅谈清洁生产审核企业后监管体系建设[J].四川环境,2010,29(1):130~132.
- [9]于秀玲,白艳英,尹洁,等.企业清洁生产审核减排量核算方法的探讨[J].中国环境管理,2011(2):26~29.
- [10]周长波,于秀玲,白艳英,等.我国清洁生产审核咨询机构现状分析及政策建议[J].化工环保,2009,29(4):291~295.