

# 能源约束对经济增长和城市化影响的实证研究 ——以山东省为例

许冬兰, 李琰

(中国海洋大学 经济学院, 山东 青岛 266100)

**摘要:** 构建了CES生产函数,在此基础上构建了两种“增长尾效”模型,并且利用1978—2008年间山东省数据分别测算了能源对经济增长和城市化进程的约束程度。得出:在保持人均能源消耗量不变的情况下,若能源投入总量保持不变,山东省经济增长速度将降低1.09%,城市化进程速度降低0.52%;而在保持能源消耗增长速度不变的情况下,若能源投入零增长,经济增长速度将降低1.71%,城市化进程速度降低0.81%。由此可知,能源约束对山东省的经济增长和城市化进程的影响都是非常显著的。

**关键词:** 能源约束; 经济增长; 城市化; “增长尾效”模型

**中图分类号:** F061.5; F062.1

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1009-3370(2012)04-0074-05

城市是人类活动的集聚地,也是能源消耗强度最大的地方。作为世界第二大能源消费国,近年来我国能源的供需矛盾日益凸现。现有的大量研究表明,随着城市化的快速推进,必然引起全社会能源消耗量的急剧上升;反过来,对于能源投入的约束必然会减缓城市化进程的推进。如何协调城市化与能源消耗之间的关系已经成为广为关注的热点问题。

首先,城市化作为经济发展和社会进步的必然结果和重要标志,与经济增长之间存在着必然的联系。Henderson利用不同国家的横截面数据计算出城市化水平与人均之间具有正相关关系(Henderson,2002)<sup>[1]</sup>;周一星(1982)采用137个国家的城市化水平与人均国民生产总值进行相关性分析,得出城市化水平与人均国民生产总值的对数成正比<sup>[2]</sup>;王金营(2003)也认为人口城市化与人均呈显著相关关系,两者相互作用,人口城市化依赖于经济的发展,同时城市化也促进经济的增长<sup>[3]</sup>。能源是经济发展的基础,在经济体系中具有重要意义,既可以作为消费品,进入消费组合之中,又可以作为投入要素,贯穿于经济运行的每一个环节,城市化进程的推进自然也离不开能源要素的投入。关于能源约束对经济增长和城市化进程的影响问题,已经引起了相关学者和研究人员的关注,并且分别从不同角度对这一问题进行了积极的探讨,取得了一定的成果。其中较有代表性的有:Romer将由于资源的限制,经

济增长速度比没有资源限制情况下的降低的程度,定义为经济增长的“尾效”(Romer,2003)<sup>[4]</sup>;薛俊波(2004)通过对Romer假说的简化,分析了土地资源对中国经济增长产生的“尾效”<sup>[5]</sup>;谢书玲(2005)则分析了水土资源对中国经济增长产生的“尾效”<sup>[6]</sup>;庞丽(2006)更为详细的讨论了能源、水资源、土地对中国经济增长的“尾效”<sup>[7]</sup>;杨扬(2007)以二级三要素CES生产函数为基础模型,度量了由于土地资源约束对中国经济增长的限制<sup>[8]</sup>;刘耀彬(2007)对“尾效”这一概念进行了拓展,将由于资源的限制使得城市化进程减缓的现象定义为城市化进程中资源消耗的“尾效”,并分别考察了能源、土地和水资源消耗对中国城市化进程的“尾效”的大小<sup>[9]</sup>。

本文在借鉴上述文献的基础上,进一步构建能源约束对经济增长和城市化进程影响的模型,考察由于能源约束投入的限制对山东省经济增长和城市化进程的影响。在生产函数的选择上,以考虑资本、劳动力、能源三种投入要素的二级三要素CES生产函数作为基础模型,对经典的“增长尾效”模型进行修正,构建能源投入对经济增长和城市化进程的“增长尾效”模型。需要指出的是,本文中提出的修正的能源约束“增长尾效”含义为:在能源投入总量保持不变的情况下,相对于能源投入保持目前增长速度所导致的经济增长或城市化进程减缓的程度。显然,这一假设更加符合“增长尾效”这一概念的本质与山东省能源消耗的实际状况,因而更适用

收稿日期: 2011-06-10

基金项目: 山东省社会科学规划资金资助项目(10CJGJ29)

作者简介: 许冬兰(1968—),女,副教授,日本名古屋大学经济学博士、博士后,E-mail:huhdonglan@sina.com

于分析能源约束对山东省经济增长和城市化进程的影响程度。另外,我国幅员辽阔,不同地区之间的城市化进程不同,能源消耗也存在着一定的差异,因此需要把视角深入到具体地区来探寻有关能源消耗与城市化进程之间的关系,从而得出更加符合实际的结论。从2004年开始,山东省的能源消费量已经超出能源生产量,成为能源净输入省;与此同时,山东省的城市化水平也一直高于同期全国平均水平。研究能源约束对山东省城市化进程的影响,不仅对于把握山东省能源战略方向、保证山东省城市化进程健康持续发展具有现实意义,对于更好的理解把握我国的整体情况也有着重要意义。

本文的论文结构如下:第二部分为实证模型的构建,包括CES模型和“增长尾效”模型的构建;第三部分为变量选取及数据说明;第四部分为实证分析;第五部分为结论及政策建议。

## 一、模型的构建

### (一)二级三要素CES生产函数

本文选取资本、劳动力、能源三种投入要素,假设生产函数为凸的,技术进步为希克斯中性,构建二级三要素嵌套CES生产函数如下

$$Y=A[\beta(\alpha K^{\rho_1}+(1-\rho)E^{\rho_1})^{\frac{\rho}{\rho_1}}+(1-\beta)L^{\rho}]^{\frac{-\lambda}{\rho}} \quad (1)$$

其中, $A$ 为效率系数,反映广义技术进步水平; $\lambda$ 为规模报酬参数; $\alpha, \beta$ 为分配份额参数; $\rho_1, \rho$ 为替代弹性;资本 $K$ 和能源 $E$ 二者之间的替代弹性为 $\xi_1=1/(1+\rho_1)$ , $Y_{KE}$ 和劳动 $L$ 之间的替代弹性为 $\xi=1/(1+\rho)$ 。

采用J.Kmental于1967年提出的直接估计法对其参数进行估计,得到如下形式的CES简化模型

$$\begin{aligned} \ln Y = & \ln A + \beta\alpha\lambda \ln K + \beta(1-\alpha)\lambda \ln E + \\ & (1-\beta)\lambda \ln L - \frac{1}{2}\beta\rho_1\alpha(1-\alpha)\lambda[\ln(\frac{K}{E})]^2 - \\ & \frac{1}{2}\rho\beta(1-\beta)\lambda[\ln(\frac{K}{L})]^2 + \varepsilon \end{aligned} \quad (2)$$

通过变量置换,可以将(2)式变换为

$$\ln Y = A + \delta_1 \ln K + \delta_2 \ln E + \delta_3 \ln L + \delta_4 P + \delta_5 Q + \varepsilon \quad (3)$$

其中, $P=[\ln(K/E)]^2$ , $Q=[\ln(K/L)]^2$ ; $\delta_i(i=1,2,\dots,5)$ 即为所要估计的参数; $\delta_1, \delta_2, \delta_3$ 为资本 $K$ 、能源 $E$ 和劳动 $L$ 的弹性系数。

### (二)能源约束的“增长尾效”模型

#### 1. 能源约束对经济增长的影响

通过已构建起的CES生产函数模型,我们将进一步建立经济增长的能源消耗“尾效”模型,用以衡量能源约束所引发的对经济增长及城市化进程的影响程度。所谓“增长尾效”是指:由于资源约束所

导致的劳动力平均资源利用量下降,从而使经济增长速度要比没有资源约束情况下的增长速度降低的程度。

考虑包含资本、劳动力、能源的二级三要素嵌套CES生产函数式(1),假设资本、劳动力和能源的有效性的动力学描述与经典的索洛模型相一致,得到

$$\dot{K}(t)=sY(t)-\delta K(t), \dot{L}(t)=nL(t), \dot{A}(t)=gA(t) \quad (4)$$

其中, $s$ 为储蓄率; $\delta$ 为资本的贴现率; $n$ 为劳动的增长率; $g$ 为技术进步率。由式(4)可知, $g_A(t)=g, g_L(t)=n$ ,资本 $K$ 增长率为 $\dot{K}(t)/K(t)=SY(t)/K(t)-\delta$ 。

由于在平衡增长路径上,资本增长率保持不变的速率增加,因此必须有 $Y/K$ 保持不变,即产出与资本 $K$ 的增长率 $g_Y(t)$ 和 $g_K(t)$ 相等。由此,可以得到平衡路径上产出 $Y$ 的增长率为 $g_Y^{bep}$

$$g_Y^{bep} = \frac{g + \delta_2 g_E(t) + \delta_3 n + \delta_4 g_P(t) + \delta_5 g_Q(t)}{1 - \delta_1} \quad (5)$$

由式(5)可知,在平衡增长路径上,单位劳动力平均产出增长率为

$$g_{Y/L}^{bep} = g_Y^{bep} - g_L^{bep} = \frac{g + \delta_2 g_E(t) + \delta_3 n + \delta_4 g_P(t) + \delta_5 g_Q(t)}{1 - \delta_1} - n \quad (6)$$

我们可以通过“存在能源约束”与“不存在能源约束”两种情况下的经济增长速度之间的差额来衡量能源约束对经济增长的影响程度。

存在能源约束时,经济发展过程中的能源消耗总量保持不变,即能源消耗增长率 $g_E(t)=0$ ,将其代入式(6),得到此时平衡增长路径上的单位劳动力平均产出增长率为

$$g_{Y/L}^{bep} = \frac{g + (\delta_1 + \delta_3 - 1)n + \delta_4 g_P(t) + \delta_5 g_Q(t)}{1 - \delta_1} \quad (7)$$

而不存在能源约束时,单位劳动力平均能源消耗量保持不变,即能源消耗增长率 $g_E(t)=n$ ,将其代入式(6),得到此时平衡增长路径上的单位劳动力平均产出增长率为

$$g_{Y/L}^{bep} = \frac{g + (\delta_1 + \delta_2 + \delta_3 - 1)n + \delta_4 g_P(t) + \delta_5 g_Q(t)}{1 - \delta_1} \quad (8)$$

通过式(7)和式(8),即可得到能源约束的“增长尾效”大小为

$$Dr g_Y = g_{Y/L}^{bep} - g_{Y/L}^{bep} = \frac{\delta_2 n}{1 - \delta_1} \quad (9)$$

由此可知, $Dr g_Y$ 主要取决于人口增长率 $n$ ,以及资本 $K$ 和能源 $E$ 的弹性系数 $\delta_1$ 和 $\delta_2$ 的大小。

需要注意的是,自1978年以来,山东省的单位劳动力平均能源消耗量总体上呈现逐年增长的趋势。在这种情形下,对“不存在能源约束”这一假设

条件进行修正,满足 $\dot{E}=mE$ ,将其代入式(6)、式(7),得出修正后的能源约束的“增长尾效”

$$\text{Drg}^{Ry} = g_{Y/L}^{b_{gp}} - g_{Y/L}^{b_{gp}} = \frac{\delta_2 m}{1 - \delta_1} \quad (10)$$

由此可知,  $\text{Drg}^{Ry}$  主要取决于能源要素实际投入的增长率  $m$ , 以及资本  $K$  和能源  $E$  的弹性系数  $\delta_1$  和  $\delta_2$  的大小。此时,  $\text{Drg}^{Ry}$  含义即为: 在能源投入总量保持不变的情况下, 相对于能源投入保持目前增长速度所导致的经济增长减缓的程度。显然, 这一假设更加符合“增长尾效”与山东省能源消耗的实际状况, 因而更适用于分析能源约束对山东省经济增长和城市化进程的影响程度。

## 2. 能源约束对城市化进程的影响

在研究能源约束的城市化进程“尾效”之前, 首先需要建立城市化进程与经济增长水平之间的关系。不同学者从不同角度研究得出城市化与经济增长呈正相关关系。基于此, 本文采用如下模型来表示山东省城市化进程与人均产出之间的关系

$$\ln U = a + b \ln y + \varepsilon \quad (11)$$

可以得到

$$g_U(t) = b g_Y(t) \quad (12)$$

其中,  $g_Y(t)$  表示人均产出增长率;  $g_U(t)$  表示城市化水平的推进速度;  $b$  为人均产出对城市化水平的弹性值。

能源约束的城市化进程“尾效”可以定义为: 由于能源约束所导致的城市化推进速度, 比没有能源约束情况下的速度降低的程度。据此, 同能源约束对经济增长的“尾效”推导过程类似, 得到能源约束对城市化进程的“尾效”为

$$\text{Drg}^U = b \frac{\delta_2 n}{1 - \delta_1} \quad (13)$$

由此可知,  $\text{Drg}^U$  除了取决于人口增长率  $n$ , 资本

$K$  和能源  $E$  的弹性系数  $\delta_1$  和  $\delta_2$  的大小, 还与人均产出对城市化水平的弹性值的取值  $b$  有关。

修正的能源约束对城市化进程的“尾效”为

$$\text{Drg}^{RU} = b \frac{\delta_2 m}{1 - \delta_1} \quad (14)$$

由此可知,  $\text{Drg}^{RU}$  除了取决于能源要素实际投入的增长率  $m$ , 资本  $K$  和能源  $E$  的弹性系数  $\delta_1$  和  $\delta_2$  的大小, 也与人均产出对城市化水平的弹性值的取值  $b$  有关。

## 二、变量选取及数据说明

### (一) 变量选取及基本数据说明

本文选取了 1978—2008 年的相关数据, 来考察分析能源约束对山东省经济增长及城市化进程的影响, 相关数据均来自历年的山东省统计年鉴, 各年的指标与变量处理如下所述。

#### 1. 能源消耗水平

以能源消费总量作为衡量能源消耗水平的指标, 单位是百万吨。

#### 2. 城市化水平 $U$

以城镇人口占总人口的比重来衡量城市化水平  $U$ , 单位为 %。

#### 3. 经济增长水平 $Y$

以 1978 年为基期的实际作为衡量经济增长水平  $Y$  的指标, 单位是亿元人民币。

#### 4. 资本投入 $K$

以资本存量作为衡量资本投入  $K$  的指标, 单位是亿元人民币。

#### 5. 劳动投入 $L$

以历年社会就业人数作为衡量历年劳动投入  $L$  的指标, 单位是万人。

另外, 为了避免数据的剧烈变动, 消除原始数

表 1 单位根的 ADF 检验结果

序列	ADF	临界值			结论
		0.01	0.05	0.1	
$\ln E$	1.094 146	-3.670 170	-2.963 972	-2.621 007	不平稳
$\Delta \ln E$	-3.852 080	-3.679 322	-2.967 767	-2.622 989	平稳
$\ln U$	0.299 266	-3.670 170	-2.963 972	-2.621 007	不平稳
$\Delta \ln U$	-4.177 527	-3.679 322	-2.967 767	-2.622 989	平稳
$\ln Y$	1.651 528	-3.724 070	-2.986 225	-2.632 604	不平稳
$\Delta \ln Y$	-3.687 773	-3.679 322	-2.967 767	-2.622 989	平稳
$\ln K$	5.928 902	-3.670 170	-2.963 972	-2.621 007	不平稳
$\Delta \ln K$	-3.616 710	-3.679 322	-2.967 767	-2.622 989	平稳
$\ln L$	-1.017 512	-3.670 170	-2.963 972	-2.621 007	不平稳
$\Delta \ln L$	-6.900 635	-3.679 322	-2.967 767	-2.622 989	平稳
$P$	-0.697 204	-3.670 170	-2.963 972	-2.621 007	不平稳
$\Delta P$	-4.180 644	-3.679 322	-2.967 767	-2.622 989	平稳
$Q$	-1.848 925	-3.670 170	-2.963 972	-2.621 007	不平稳
$\Delta Q$	-6.932 152	-3.679 322	-2.967 767	-2.622 989	平稳

据可能存在的异方差,对以上变量分别进行了对数处理,记为  $\ln E$ 、 $\ln U$ 、 $\ln Y$ 、 $\ln K$  和  $\ln L$ 。

## (二)数据的平稳性检验

在运用协整理论来进行时间序列分析之前,需要对时间序列进行平稳性检验。本文采用 ADF 检验法,最优滞后阶数采用 SIC 准则确定,利用软件 EViews6.0 进行计算,结果如表 1 所示。

由表 1 可以得出如下结论:所有水平变量的检验结果均没有拒绝有单位根的假设,因此可以认为这七个序列均是非平稳序列,具有时间趋势;而  $\ln K$  的一阶差分在 5% 的显著性水平下拒绝有单位根的

假设,其余变量的一阶差分在 1% 的显著性水平下均拒绝有单位根的假设,因此可以认为这七个序列均是一阶单整的,即是  $I(1)$  的,符合协整检验的前提。

## 三、实证分析

### (一)CES 生产函数的计量分析

#### 1. Johansen 协整检验

根据单位根检验结果可知,CES 生产函数的简化模型中涉及到的变量均为同阶单整,符合协整检验的前提,因此采用 Johansen 极大似然法来检验变量之间的协整关系。检验结果如表 2 所示。

表 2 序列的 Johansen 协整检验结果

协整方程个数的假定	特征根	迹统计量	10%临界值	5%临界值	1%临界值
无	0.890 224	141.452 800	91.110 280	95.753 660	104.961 500
至多 1 个	0.598 897	77.382 680	65.819 700	69.818 890	77.818 840
至多 2 个	0.529 382	50.890 120	44.493 590	47.856 130	54.681 500
至多 3 个	0.411 774	29.032 560	27.066 950	29.797 070	35.458 170
至多 4 个	0.336 570	13.643 890	13.428 780	15.494 710	19.937 110
至多 5 个	0.058 374	1.744 257	2.705 545	3.841 466	6.634 897

由表 2 可以得出如下结论:在 10% 的显著性水平下,变量间存在五个协整关系;在 5% 的显著性水平下,变量间存在三个协整关系;而在 1% 的显著性水平下,变量间存在一个协整关系。以上结果表明,在 1978—2008 年间,山东省总产出与投入要素及其交互项之间存在着一种长期稳定的均衡关系。

#### 2. 多重共线性诊断

由于 CES 生产函数的简化模型中涉及到的各变量之间存在协整关系,因此可以对它们进行 OLS 回归分析。但是,如果解释变量之间存在多重共线性的情况,将导致 OLS 回归失效。因此,在进行回归之前,应当对上述变量进行多重共线性诊断。

常见的检验多重共线性的方法是方差膨胀因子法。某一解释变量  $x_i$  的方差膨胀因子  $VIF_i$  被定义为矩阵  $(X^T X)^{-1}$  中第  $i$  个对角元素  $c_{ii}$ ,其计算公式为

$$VIF_i = 1/(1R_i^2), i=1, 2, \dots, k+1 \quad (15)$$

其中,  $R_i^2$  是把  $x_i$  作为因变量,而把其他  $k$  个解释变量作为自变量建立多元线性回归模型所得的决定

系数。利用  $\overline{VIF} = \sum_{i=1}^{k+1} VIF_i / k+1$  来判断多重共线性,若其值远大于 5,则说明自变量之间存在着严重的多重共线性问题。

利用软件 SPSS13.0 进行方差膨胀因子法诊断,检验结果如表 3 所示。

表 3 解释变量方差膨胀因子诊断结果

变量	$\ln K$	$\ln E$	$\ln L$	$P$	$Q$	$\overline{VIF}$
VIF	5 537.287	621.847	31.706	1 419.757	12.494	1 437.182

由表 3 的分析结果,可以判断解释变量之间存在着严重的多重共线性现象,因此不再适用 OLS 来对模型中各参数进行估计。为了消除自变量多重共线性所产生的不利后果,可以利用偏最小二乘回归分析(PLS)对模型中各参数进行估计。

#### 3. 偏最小二乘回归分析

PLS 回归分析是主成分分析、典型相关分析以及多元线性回归分析的有机结合。其基本思路是:首先,从自变量  $X$  中提取成分  $t_h (h=1, 2, \dots)$ ,各成分相互独立;然后,建立这些成分与自变量  $X$  的回归方程。因此,PLS 回归分析能够利用系统中的信息分

解和筛选,辨识系统中的信息和噪声,从而是一种消除解释变量多重共线性在系统建模中产生不利后果的有效方法。

在实际计算中,借助软件 SIMPCA-P11.5,得到 PLS 回归分析结果如下

$$\ln Y = 7.358 66 + 0.328 534 \ln K + 0.270 436 \ln E + 0.239 128 \ln L + 0.165 87P - 0.061 314 5Q + \varepsilon \quad (16)$$

进一步对所得模型的残差序列  $\varepsilon$  进行单位根检验,发现其在 5% 的显著性水平下拒绝原假设,为平稳序列,再次确认了模型中变量间存在协整关系。根据上式中各参数的估计值,可以求得三要素

二级嵌套 CES 生产函数的具体表达式为

$$Y=7.357\ 66[0.714\ 678(0.548\ 498K^{2.236\ 443}+0.451\ 503E^{2.236\ 443})^{\frac{0.717\ 551}{2.236\ 443}}+0.285\ 322L^{0.717\ 551}]^{\frac{0.838\ 09}{0.717\ 551}} \quad (17)$$

式中所有参数值都符合三要素二级嵌套 CES 生产函数预先拟定的理论期望值,并可知资本  $K$  和能源  $E$  二者之间呈现互补关系,其替代弹性为  $\xi_1=$

$$\frac{1}{1-2.236\ 443}=-0.88; \text{ 而组合要素与劳动之间呈现}$$

替代关系,其替代弹性为  $\delta_2=\frac{1}{1+0.717\ 551}=0.58$ 。

## (二)能源约束对经济增长和城市化进程的“尾效”

### 1. 城市化进程与经济增长关系的计量分析

在研究能源约束的城市化进程“尾效”之前,首先要通过计算得到山东省城市化进程与经济增长之间的关系。以单位劳动力平均作为人均产出  $y$ ,单位为万元/人。利用 OLS 通过  $\ln U$  对  $\ln y$  进行回归,得到回归结果如下

$$\ln U = 0.298\ 147 + 0.43\ 098 \ln y \quad (1.979\ 062) \quad (20.18\ 718) \quad (18)$$

其中,小括号和中括号中的数字分别为系数的标准差和相伴概率  $P$  值。

上述回归方程总体上均较为显著,且具有较高的拟合优度,但是,统计量显示残差仍然存在序列正自相关现象,而残差平方  $Q$  统计量表明残差序列存在着异方差现象,为了弥补这一缺陷,采用加权最小二乘法(WLS)进行补救,以  $\omega=\frac{1}{\varepsilon}$  为权重,对上述模型进行 WLS 回归,最终可得到:

$$\ln U^* = 0.737\ 632 + 0.471\ 738 \ln Y^* \quad (1.241\ 210) \quad (146\ 18.67) \quad (19)$$

$$AD-R^2=1.000\ 000, D.W.=1.762\ 755, F=2.14E+08[<0.001], Q^2(1)=0.965\ 3[0.326], Q^2(10)=5.151\ 0[0.881].$$

其中,小括号和中括号中的数字分别为系数的标准差和相伴概率  $P$  值,加“\*”的变量表示加权序列乘以原序列所得的新变量。D.W.统计量和残差平方和  $Q$  统计量分别表明残差序列不再存在正自相关和异方差现象。

根据回归模型可知,在样本期内,山东省人均产出水平每提高 1%,将推动城市化水平提高 0.47%。

### 2. 能源约束的“尾效”测算

要计算能源约束对经济增长与城市化进程的影响程度,除了上述已经估计得到的参数外,还需要知道劳动力增长率  $n$  与能源消耗增长率  $m$ ,为此我们可以利用综合法来计算

$$g_X = \sqrt[1+2+\dots+n]{x_1 \cdot x_2 \cdot \dots \cdot x_n / x_0^n} - 1 \quad (20)$$

其中, $g_X$ 表示变量  $X$  从基期  $x_0$  到报告期  $x_n$  共  $n+1$  期间的增长率。据此可以求得: $n=2.71\%$ , $m=4.26\%$ ,结合前文所求得的劳动和能源消耗的弹性系数  $\delta_1=0.33$ , $\delta_2=0.27$ ,可以求得由于能源约束所导致的经济

“增长尾效”为  $Drg^L = \frac{\delta_2 n}{1-\delta_1} = 1.09\%$ ,修正的能源经济

“增长尾效”为  $Drg^{R^L} = \frac{\delta_2 m}{1-\delta_1} = 1.71\%$ 。再根据已求得的经济增长对城市化水平弹性值  $b$  的大小,可以得到

能源约束对城市化进程的“尾效”为  $Drg^U = b \frac{\delta_2 n}{1-\delta_1} =$

$0.52\%$ ,修正“尾效”为  $Drg^{R^U} = b \frac{\delta_2 m}{1-\delta_1} = 0.81\%$ 。

上述计算结果的具体含义为:(1)相对于人均能源消耗量保持不变的情况,若能源投入总量保持不变,即能源投入零增长,将使得山东省经济增长速度降低 1.09%,城市化进程速度降低 0.52%;(2)相对于保持目前能源消耗增长速度不变的情况,若能源投入零增长,将使得山东省经济增长速度降低 1.71%,城市化进程速度降低 0.81%。

## 四、结论

本文在考虑资本、劳动力、能源要素投入的二级三要素 CES 生产函数基础上,基于山东省能源投入的实际情况修正了“增长尾效”的概念,构建了能源投入对经济和城市化进程的“增长尾效”模型,考察由于能源约束对经济增长和城市化进程的约束程度。得出以下结论:

1. 利用 Johansen 极大似然法检验变量之间的协整关系,在 10% 的显著性水平下,变量间存在五个协整关系;在 5% 的显著性水平下,变量间存在三个协整关系;而在 1% 的显著性水平下,变量间存在一个协整关系。表明山东省总产出与投入要素及其交互项之间存在着一种长期稳定的均衡关系。

2. 利用 OLS 通过变量对进行回归后,残差序列存在序列正自相关和异方差现象,因此采用加权最小二乘法(WLS)进行了补救。根据回归模型可知,在样本期内,山东省人均产出水平每提高 1%,将推动城市化水平提高 0.47%。经济增长与城市化进程之

间呈现显著的正相关性。

3. 由于能源约束所导致的经济“增长尾效”为1.09%,修正的能源经济“增长尾效”为1.71%。具体经济含义为:相对于人均能源消耗量保持不变的情况,若能源投入总量保持不变,即能源投入零增长,将使得山东省经济增长速度降低1.09%;相对于保持目前能源消耗增长速度不变的情况,若能源投入零增长,将使得山东省经济增长速度降低1.71%。由此可知,能源约束对山东省的经济增长的影响是非常显著的。这表明山东省近年来经济的高速发展是以能源的大量消耗为代价的,产业结构和能源消费结构等方面都存在一定的问題。目前山东省主要的支柱行业多为高耗能产业,能源强度过高;而能源消费结构方面,煤炭消费比例居高不下、消费方式落后、油气等优质能源在能源消费结构中徘徊不前。产业结构调整 and 能源结构优化迫在眉睫。

4. 能源约束对城市化进程的“尾效”为0.52%,修正“尾效”为0.81%。表明相对于人均能源消耗量保持不变的情况,若能源投入总量保持不变,即能源投入零增长,将使得山东省城市化进程速度降低0.52%;相对于保持目前能源消耗增长速度不变的情况,若能源投入零增长,将使得山东省城市化进程速度降低0.81%。能源约束对山东省城市化进程的影响也是非常显著的。这表明山东省城市化对能源消耗的依赖程度过高,进一步证实了山东目前的能源消费结构存在较大缺陷,能源的利用效率不高。

基于上述分析结果,对于山东省未来的相关政策制定提出以下几点建议:

第一,调整产业结构。严格控制高耗能、高污染行业的项目建设和过快发展,优先发展那些科技含量高、低耗能、低污染的行业,如精密制造,电子及特殊产业(国防,航空航天,核技术等);以信息化带动工业化,优先发展信息产业,大力发展高新技术产业,推动技术进步;鼓励发展整体能耗相对较低的第三产业,大力发展新兴的现代服务业、生活服务业和知识型服务业,提高它们在国民经济中的比重,实现三次产业结构的优化升级。

第二,实施节能战略,提高能源利用效率。当前山东省能源利用效率还比较低,节能和提高能效存在着巨大的潜力和可能。政府可以采取市场和经济激励手段与行政手段并举,市场为主,行政为辅的做法对节能进行管理。其中市场手段如建立节能专项基金,一方面可以通过征收能源消费税,提高能源使用成本,另一方面可以对节能技术研发和使用投资进行税收减免或直接补贴;行政手段包括相关法律、法规和标准等,对生产者的工艺或产品实行管制,制定和实施节能专项规划和标准,在工业、建筑、交通、民用等领域有重点地推进节能工作。

第三,发展优质能源,优化能源消费结构。降低煤炭在能源消费结构中所占的比重,大力发展可再生能源。引进新的技术,开发新能源、可再生能源,使山东省能源结构多样化、层次化,从而改变山东省过度依赖煤炭的局面。如太阳能热水器、核电、生物质能利用技术等;多样化能源获取渠道。积极拓展国际能源市场,同时加强参与西部优质能源的开发。通过丰富能源品种和多样化获取渠道,是降低山东省能源风险,保证经济运行的重要措施。

#### 参考文献:

- [1] Vemon Herderson. Urbanization in developing countries[J]. The World Bank Research Observer, 2002, 17(1): 89-112.
- [2] 周一星. 城市化与国民生产总值关系的规律性探讨[J]. 人口与经济, 1982(1): 28-33.
- [3] 王金营. 经济发展中人口城市化与经济增长相关分析比较研究[J]. 中国人口、资源与环境, 2003(12): 52-58.
- [4] Romer, D. 高级宏观经济学[M]. 上海: 上海财经大学出版社, 2003: 31-36.
- [5] 薛俊波, 王铮, 朱建武, 等. 中国经济增长的“尾效”分析[J]. 财经研究, 2004, 30(9): 5-14.
- [6] 谢书玲, 王铮, 薛俊波. 中国经济发展中水土资源的“增长尾效”分析[J]. 管理世界, 2005(7): 22-25.
- [7] 庞丽. 经济增长中能源政策的计算分析[D]. 上海: 华东师范大学, 2006: 11-28.
- [8] 杨扬, 吴次芳, 郑娟尔. 土地资源约束对中国经济增长的影响[J]. 技术经济, 2007(11): 34-37.
- [9] 刘耀彬, 陈裴. 中国城市化进程中的资源消耗“尾效”分析[J]. 中国工业经济, 2007(11): 48-55.

## 参考文献:

- [1] Perkins D,T Rawski. Forecasting China's economic growth to 2025 [C]// Brandt L,T Rawski. China's Great Economic Transformation. Cambridge and New York: Cambridge University Press,2008.
- [2] 涂正革. 全要素生产率与区域经济增长的动力——基于对1995—2004年28个省市大中型工业的非参数生产前沿分析[J]. 南开经济研究,2007(4):14—36.
- [3] 李小平,朱钟棣. 中国工业行业的全要素生产率测算——基于分行业面板数据的研究[J]. 管理世界,2005(4):56—64.
- [4] 李小平,卢现祥. 中国制造业的结构变动和生产率增长[J]. 世界经济,2007(5):52—64.
- [5] 郑兵云,陈圻. 转型期中国工业全要素生产率与效率——基于细分行业的随机前沿模型分析[J]. 数理统计与管理,2010(3):480—489.
- [6] 邬民乐. 改革以来中国劳动生产率的增长因素:基于产业结构的分析[J]. 西北人口,2009(2):37—41.
- [7] 干春晖,郑若谷. 改革开放以来产业结构演进与生产率增长研究——对中国1978—2007年“结构红利假说”的检验[J]. 中国工业经济,2009(2):55—65.
- [8] 刘舜佳,王耀中. 基于非参数理论的中国工业全要素生产率修正估计[J]. 统计与决策,2010(7):14—16.
- [9] 杨向阳,徐翔. 中国服务业全要素生产率增长的实证分析[J]. 经济学家,2006(3):68—76.
- [10] 李录堂,薛继亮. 中国农业生产率增长变化趋势研究:1980—2006[J]. 上海财经大学学报,2008(4):78—85.
- [11] 王兵,顾鹏飞. 技术效率、技术进步与生产率增长:基于DEA的实证分析[J]. 经济研究,2004(12):55—65.
- [12] Coelli T J. A guide to DEAP version 2.1: a data envelopment analysis (computer) program [R]. CEPA Working Papers, 1327—435X. Australia: University of New England, 1996.

## The Trend of China's Industry Productivity under New Situation after Entrance of the WTO

WANG Enhu<sup>1</sup>, XUE Jiliang<sup>2</sup>

(1. School of Economics, Xi'an University of Finance and Economics, Xi'an 710100, China;

2. School of Economy and Management, Northwest A&F University, Shanxi Yangling 712100, China)

**Abstract:** After joining WTO, mechanism transformation, structure optimization and technical upgrading are the theme of China's industrial development. Based on the industrial sector productivity changes and elements configuration, this paper analyzed the development evolution of China's industry facing the new situation. Results show that: after WTO, the growth of China's industry overall and subdivide productivity is effective, and growth depends on the changes of the technology progress. Industrial productivity is increased mainly through technology progress improvement rather than technical efficiency improvement.

**Key words:** industry; productivity changes; Malmquist index

[责任编辑:孟青]

(上接第79页)

## The Impacts of Energy Constraint on Economic Growth and Urbanization Process in Shandong Province

XU Donglan, LI Yan

(School of Economics, Ocean University of China, Shandong Qingdao 266100, China)

**Abstract:** The paper employs the classical "Growth Drag" model based on CES production function and analyzes the impacts of energy constraints on economics growth and urbanization process in Shandong Province, China during the period of 1978—2008. We found that the economic growth and urbanization process will decrease by 1.09% and 0.52%, respectively if the total amount of energy inputs keeps unchanged when per capita energy consumption is constant. For the other case, the economic growth and urbanization process will slow down by 1.71% and 0.81%, respectively if the energy input remains zero when energy consumption growth keeps constant. Therefore, we know that the impacts of energy constraint on economics growth and urbanization process in Shandong Province are very significant. According to empirical results, this paper provides the corresponding policies and methods for solving the bottleneck problem of Shandong Province under the huge pressure of energy saving and emission reduction.

**Key words:** energy constraint; economic growth; urbanization; "Growth Drag" model

[责任编辑:箫姚]