

Research on the Law of Energy Pressure-Response during the Urbanization Process in Liaoning

Lin Zhang¹, Juan Li², Dehu Chen², Dawei Xu²

^{1,2}Department of Economics, Dalian University of Technology, DUT, Dalian, China.

Email: zhanglin0121@gmail.com

Abstract: Along with the rapid development of China's urbanization, the demand of energy is growing. And the increasing pressure on the energy will produce feedback effects on the energy utilization. Therefore, based on the data of 29 years from 1980 to 2008, this article took Liaoning province as an example, and used econometric methods to analysis the relationships between urbanization and energy consumption and energy efficiency. The results show that there exists not only a long term relationship but also a mutual granger relationship between urbanization and energy consumption. And, under the pressure of increasing energy, energy utilization efficiency will produce a certain response with the acceleration of urbanization, which is the energy utilization efficiency is gradually improved.

Keywords: Urbanization; Energy consumption; Energy efficiency; Pressure; Response

辽宁省城市化进程中能源压力—响应变化规律研究

张琳¹, 李娟², 陈德湖², 徐大伟²

大连理工大学经济系, 大连, 中国, 116024

Email: zhanglin0121@gmail.com

摘要: 随着我国城市化进程的不断推进, 能源的需求越来越大, 而日益增长的能源压力也会对能源的利用方式产生反馈影响, 因此, 本文以辽宁省为案例区, 基于 1980 至 2008 年 29 年的数据, 运用计量经济学方法对城市化进程与能源消耗量及能源利用效率进行了实证研究。研究结果表明: 辽宁省城市化水平与能源消耗量之间存在着协整关系, 同时二者之间存在双向的因果关系。并且, 在不断增大的能源压力下, 能源的利用效率会随着城市化进程的加快而产生一定的响应, 即能源利用效率逐渐提高。

关键词: 城市化; 能源消耗; 能源效率; 压力; 响应

1 引言

能源作为人类赖以生存和发展不可缺少的物质基础, 是一个国家或地区经济发展和人民生活水平提高的一个重要保障。目前, 我国的能源形势不容乐观, 一方面是能源需求量日趋增加与其不可再生性之间的矛盾, 另一方面是与发达国家相比我国的能源利用率较低, 能源问题成为制约我国经济发展的瓶颈。因此, 已有众多学者对能源问题进行了研究, 其相关研究主要集中在我国能源消耗量的变化^[1, 2, 3]、影响能源消耗的主要因素^[4, 5, 6]以及能源利用效率的变动趋势及原因^[7]等方面。与此同时, 伴随着我国城市化水平不断提高, 城市化进程中能源的变化情况也引起部分学者的关注。一部分学者对城市化与能源消耗之间的关系进行研究, 认为二者之间的

相关性十分显著^[8, 9]。而另一部分学者利用二者之间的关系预测了未来中国能源的需求与供给量, 并且测算了城市化对中国能源消耗变动的贡献份额^[10, 11]。除此之外还有学者对城市化水平与能源强度进行了实证研究^[12]。

本文认为, 在城市化进程中, 除能源的消耗量会产生显著变化以外, 由于能源压力的存在还会引起能源利用效率的相应变化, 从而构成一个压力-响应的反馈过程, 而目前关于这方面的研究相对较少。因此, 本文选取城市化水平较高的辽宁省作为研究区域, 运用计量经济学方法来研究城市化进程中能源消耗量的变化及能源利用效率在能源压力下产生的响应规律。

2 辽宁省城市化进程与能源消耗量的关系

辽宁省是我国重要的老工业基地, 同时也是能耗

大省。能源问题已成为影响辽宁经济可持续发展、实现老工业基地振兴的一个突出矛盾和瓶颈因素。改革开放以来,辽宁省的城市化水平逐年上升。根据《辽宁省统计年鉴》,自1980年到2008年,辽宁省城市化率由0.4上升至0.6。与此同时,能源消耗总量由5272.1万吨标准煤上升至17768万吨标准煤。为了深入分析辽宁省城市化进程与能源消耗量变化之间的关系,本文对二者进行计量分析。

2.1 变量的选取及数据来源

关于城市化水平,很多研究只是简单的采用经济或者人口等单一指标来表示。本文为了能够全面地反映城市化水平,特建立了一个综合指标来反应城市化发展水平。该指标从人口和经济两个方面,选取了城市化率(X1)、产业结构(X2)、居民生活水平(X3)、经济发展水平(X4)四个变量作为城市化发展水平的一级指标,并将这些指标量化:用城镇人口/总人口来计算城市化率,反映农村人口转化为城市人口的过程;用第二、三产业生产总值/地区生产总值来计算产业结构,反映生产方式的非农化转移过程;用城镇居民可支配收入代表居民生活水平,反映城镇居民生活质量和生活状况;用人均GDP代表经济发展水平,反映经济发达程度。然后,在综合四个指标时,采用极大值标准化法对四个一级指标进行标准化处理,即 $X'_i = X_i / \max(X_i)$,再将四个处理后的变量加总得到城市化发展水平的综合指标。关于能源消耗量,本文采用统计年鉴上的能源消耗总量指标进行计算。

以上表示城市化发展水平的指标及能源消耗总量的数据均来自《辽宁省统计年鉴2009》,选取的时期为1980年到2008年。为了消除价格变动,以1978年为基年,对各个指标进行了价格调整,同时,为了消除异方差,对城市化发展水平和能源消耗总量取对数,然后进行下一步研究。Y代表能源消耗总量的自然对数值,X代表城市化发展水平的自然对数值。

2.2 序列的平稳性检验

在研究城市化发展水平与能源消耗总量之间的关系之前,首先要对变量进行平稳性检验。一般来说,当时间序列不平稳时,会导致伪回归现象以及各项统计检验毫无意义。因此,在建立模型之前必须对城市化发展水平和能源消耗总量进行平稳性检验,以确定各序列的平稳性和单整阶数。本文采用ADF检验法进行检验,结果见表1。

表1. 单位根检验结果

变量	ADF 值	临界值			稳定性
		1%	5%	10%	
Y	-2.452036	-4.323979	-3.580623	-3.225334	不平稳
ΔY	-5.95806	-4.339330	-3.587527	-3.229230	平稳
X	1.542073	-4.323979	-3.580623	-3.225334	不平稳
ΔX	-3.718322	-4.339330	-3.587527	-3.229230	平稳

从检验结果可以看出,在5%的显著性水平下,Y与X均不能拒绝有单位根的原假设,因此,可以认为Y与X是非平稳时间序列。而经过一阶差分后拒绝有单位根的假设,即能源消耗总量与城市化发展水平序列都是一阶单整,满足协整检验的前提。接下来检验两个变量之间是否存在协整关系。

2.3 协整检验及误差修正模型的建立

非平稳时间序列建立回归模型会带来伪回归问题,但是若干个同阶单整序列的某种线性组合却有可能是平稳序列,即存在长期均衡的协整关系。这里采用Engle-Granger检验方法来检验城市化发展水平与能源消耗总量之间是否存在协整关系,即对残差项序列进行单位根检验,如果残差项序列是平稳的随机过程,那么城市化发展水平与能源消耗总量之间存在协整关系。结果见表2。

表2. 残差平稳性的ADF检验

序列	ADF 值	显著性水平	临界值	P 值
残差项	-3.321279	1%	-3.321279	0.0234
		5%	-2.971853	
		10%	-2.625121	

从上面的结果来看,在5%的显著性水平下,通过了协整检验,说明城市化发展水平与能源消耗总量之间存在长期的稳定关系。

由于存在协整关系,因此可以运用OLS进行回归,得到如下结果:

$$Y = 3.3584 + 1.5097 X$$

(145.40) (25.43)

$$R^2=0.96 \quad F=646.75 \quad (\text{括号内为 } t \text{ 值})$$

查表可知,回归方程中的变量所显示的t统计量较大,通过了显著性检验。因此,从长期来看,能源消耗总量与城市化水平呈显著的正向关系,当城市化水平提高1%时,能源消耗总量增加1.5097%。

为了得到两者之间的动态关系，通过 ECM 模型来进行分析。建立误差修正模型：

$$\Delta Y = \beta_0 + \alpha ecm_{t-1} + \beta_1 \Delta X + \varepsilon_t$$

根据数据估计得到：

$$\Delta Y = 3.3597 + 1.5050 \Delta X + 0.3998 ecm_{t-1}$$

(145.66) (25.66) (2.16)

$$R^2=0.96, \quad D.W.=2.08$$

在误差修正模型中，差分项反应了短期波动的影响。能源消耗总量的短期波动可以分为两部分：一部分是短期城市化发展水平的影响；一部分是长期均衡的影响。 ΔY 关于 ΔX 的短期弹性为 1.5050。误差修正项 ecm_{t-1} 的系数的大小反映了对偏离长期均衡的调整力度，从系数估计值 0.3998 来看，当短期波动偏离长期均衡时，将以 0.3998 的调整力度将非均衡状态拉回到均衡状态。

2.4 格兰杰因果检验

通过上面的协整检验，表明能源消耗总量与城市化发展水平之间存在协整关系，但是这种长期的均衡关系是能源消耗总量引起城市化发展水平变动的结果还是城市化发展水平的变动引起能源消耗总量变动的结果？这需要进行格兰杰因果检验。结果见表 3。

表 3. 格兰杰因果检验

原假设	F 统计量	P 值	结论
Y 不是 X 的格兰杰原因	4.75154	0.0193	Y 是 X 的格兰杰原因
X 不是 Y 的格兰杰原因	5.66072	0.0104	X 是 Y 的格兰杰原因

从上表可以看到，在 5% 的显著性水平下，X 是 Y 的格兰杰原因，同时 Y 也是 X 的格兰杰原因。因此，格兰杰因果关系检验表明，城市化发展水平与能源消耗量之间呈双向的因果关系，即：城市化发展水平是能源消耗量的原因，同时，能源消耗量也是城市化发展水平的原因。计量分析结果验证了我们关于城市化进程与能源消耗之间的经验判断，即：城市化的快速推进带来了不断增长的能源消耗，反过来能源消耗也推动了城市化的进一步发展。

3 城市化进程与能源利用效率之间的关系

前文的分析证明了城市化进程带来了不断增大的能源消耗量，也增加了能源压力。实际上，在辽宁省的城市化进程中，除了能源消耗总量发生变化以外，能源效率也有所变化。据统计数据显示，辽宁省 2008 年的单位产值能耗仅占 1980 年的 24.6%，单位产值能耗下降幅度很大，能源效率明显提高。因此，本文进一步分析城市化发展水平同能源利用效率之间的计量关系。

3.1 变量的选取与数据说明

关于能源效率指标：能源效率是指用较少的能源生产同样数量的服务或有用的产出。目前在衡量和评价一个地区的能源效率水平时，常用的经济效率指标是单位产值能耗，本文也选取辽宁省的单位产值能耗来表示能源效率水平。单位产值的能耗越大，表示能源效率越低。

关于城市化发展水平指标的调整：本文首先采用城市化发展水平的综合指标同能源利用效率指标进行平稳性检验，发现能源效率是平稳序列，而城市化发展水平是非平稳序列，因此无法进行协整分析。分析其原因，很可能因为城市化发展水平的四个指标（城市化率、产业结构、居民生活水平、经济发展水平）中，对能源效率影响最大的是产业结构，而且产业结构占综合指标的比重最大，因此，本文对城市化发展水平指标进行了调整，用产业结构指标来代表城市化发展水平，即通过第二、三产业的生产总值占地区生产总值的比重来计算城市化发展水平。分析中，变量 E 代表能源效率，变量 S 代表产业结构。

3.2 回归分析

首先通过 ADF 方法对 S 和 E 进行序列的平稳性检验，结果显示二者均为平稳时间序列，因此可以直接进行回归分析。通过使用 EViews 软件，对能源效率与产业结构进行回归分析，结果如下：

$$E = 6.4289 - 6.3172 S$$

(12.91) (-10.94)

$$R^2=0.816 \quad F=119.78 \quad (\text{括号内为 } t \text{ 值})$$

从结果可以看到，可决系数为 0.816，表明模型在整体上拟合的非常好，从 t 检验值看，均大于 5% 显著性水平下的临界值，说明产业结构对能源效率有显著的影响，并且二者之间呈负相关关系，当第二、三产业所占比重增加 1% 时，单位产值能耗减少 6.32%。分

析结果表明,随着辽宁省城市化水平的不断提高,单位产值能耗也逐渐下降,即能源利用效率逐渐上升。

4 城市化进程中能源压力—相应变化规律

从以上分析我们可以看出,伴随着辽宁省城市化进程的加快,能源的消耗量也随之增加,与此同时,在能源压力下,能源利用效率产生了响应变化。

从能源消耗来看,城市化水平与能源消耗之间具有长期的稳定关系,并且二者呈正向关系,当城市化水平提高 1% 时,能源消耗总量增加 1.51%。从能源利用效率来看,城市化水平与能源利用效率之间具有显著的正向关系,随着城市化水平的不断提高,能源利用效率也逐渐上升。

辽宁省能源压力-响应的变化规律与辽宁省本身的特征和政府的相关政策是分不开的。辽宁省是以发展重工业为主的省份,对能源的消耗量非常大,在国家要求节能减排的宏观政策下,辽宁省也开始调整产业结构、转变发展方式,通过一系列的政策来推动节能减排,取得了较大成效。从而推动了能源的利用效率不断增长。因此,总体来看,在辽宁省的城市化进程中,一方面能源消耗量持续上升,增加了区域经济发展的能源压力,另一方面,由于压力导致节能政策的制定和实施,又促进了能源效率的不断提高。

5 结论与讨论

本文通过辽宁省城市化发展水平与能源消耗量及能源效率之间的分析,可以得出如下结论:城市化发展进程中,存在着能源压力-响应的变化规律。即随着城市化发展水平的提高,能源消耗总量也在不断增加,并且城市化发展水平与能源消耗之间呈现双向的格兰杰因果关系。与此同时,在不断增大的能源压力下,城市化发展水平的提高会使能源效率得到提升。

但是,值得注意的是,虽然目前辽宁省的能源利用效率在逐渐升高,但是仍然低于全国平均水平。因此,节能减排任重道远,需要进一步通过多种途径突破能源瓶颈,实现可持续发展。

References (参考文献)

[1] Li Boqiang, The Econometric Research on Energy Demands of China[J], Statistical Research, 2007, 37(2), P195-197(Ch).

- 林伯强,中国能源需求的经济计量分析[J],统计研究,2001,(10),34-39.
- [2] Han Zhiyong, Wei Yiming, Fan Ying, Research on change features of Chinese energy intensity and economic structure[J], Application of Statistics and Management, 2004, (1), P1-6(Ch). 韩智勇,魏一鸣,范英,中国能源强度与经济结构变化特征研究[J],数理统计与管理,2004,(1),1-6.
- [3] Wang Haipeng, Tian Peng, Jin Ping, The Study of the Relationship Between China's Energy Consumption and Economic Growth Based on Time Varying Parameter Model[J], Application of Statistics and Management, 2006, (3), P253-258 (Ch). 王海鹏,田澎,靳萍,基于变参数模型的中国能源消耗经济增长关系研究[J],数理统计与管理,2006,(3):253-258.
- [4] Qian Yongkun, Wang Yanli, Empirical Analysis of Influencing Determined Factors on Energy Demand of China in 1990s[J], Journal of China University of Mining & Technology, 2003, (9): P 553-556(Ch). 钱永坤,王艳丽.20 世纪 90 年代以来中国能源需求影响因素实证分析[J],中国矿业大学学报,2003,(9),553-556.
- [5] Liang Qiaomei, Wei Yiming, Fan Ying, Norio Okada, A Model for Scenario Analysis of China's Energy Requirement and Energy Intensity and Its Applications[J], Chinese Journal Of Management, 2004, (7), P62-66(Ch). 梁巧梅,魏一鸣,范英, Norio Okada. 中国能源需求和能源强度预测的情景分析模型及其应用[J],管理学报,2004,(7),62-66.
- [6] Zhang Xiaoping, Temporal-spatial Characteristics of Energy Consumption in China and Its Determinants since the 1990s[J], China Population Resources And Environment, 2005, (2), P38-41 (Ch). 张晓平,20 世纪 90 年代以来中国能源消耗的时空格局及其影响因素[J],中国人口、资源与环境,2005,(2),38-41.
- [7] Shi Dan, The Improvement Of Energy Consumption Efficiency In China's Economic Growth[J], Economic Research Journal, 2002(9), P49-56(Ch). 史丹,中国经济增长过程中能源利用效率的改进[J],经济研究,2002(9),49-56.
- [8] Wei B R, Yagita H, Inaba A, Sagisaka M. Urbanization impact on energy demand and CO₂ emission in China[J]. Journal of Chongqing University-Eng. Ed., 2003, (2):4-50.
- [9] Zhou Mi, Liu Wei, ECM on the Relations Between Urbanization and Energy Industry in China[J], Reformation & Strategy, 2010, (3), P122-125(Ch). 周密,刘伟 我国能源工业与城市化进程相关性的误差修正模型[J],改革与战略,2010(3),122-125.
- [10] Shen L, Cheng S K, Gunson A J, Wan H. Urbanization, sustainability and the utilization of energy and mineral resources in China[J]. Cities, 2005, (4):287-302.
- [11] Liu Yaobin, An Analysis of Dynamic Econometric Relationship between Development of Urbanization and Growth of Energy Consumption in China[J] Journal of Finance and Economics, 2007(11), P72-81(Ch). 刘耀彬,中国城市化与能源消耗关系的动态计量分析[J],财经研究,2007(11), 72-81.
- [12] Han Daxue, Luo Liangwen, The Impact of China's Urbanization on Energy Intensity: Based on A Space Econometric Analysis[J], Contemporary Finance & Economics 2010 (3), P83-88(Ch). 阚大学,罗良文,我国城市化对能源强度的影响—基于空间计量经济学的分析[J],当代财经 2010 (3), 83-88.