

文章编号:1673-5005(2011)05-0163-04

信息化与能源效率的关系研究

李雷鸣, 贾江涛

(中国石油大学 经济管理学院, 山东 青岛 266555)

摘要:利用 1961—2008 年数据对中国信息化与能源效率进行协整分析、格兰杰因果关系检验及脉冲响应函数分析,并建立广义差分模型。研究结果证实二者存在长期稳定的均衡关系,信息化对能源效率构成单向格兰杰因果关系,并对能源效率提升有长期稳定的推动作用。因此,大力推进中国信息化建设对提高中国能源效率有着不容忽视的作用。

关键词:信息化; 能源效率; 格兰杰因果关系; 脉冲响应

中图分类号:F 407.2 **文献标志码:**A doi:10.3969/j.issn.1673-5005.2011.05.031

Relation between infomationization and energy efficiency

LI Lei-ming, JIA Jiang-tao

(School of Economy & Management in China University of Petroleum, Qingdao 266555, China)

Abstract: By using the data on information technology and energy efficiency in China for the year of 1961–2008, cointegration analysis, Granger causality test and impulse response function analysis were carried out, and the generalized differential model was developed. The results confirm that the two-term stable has a long equilibrium relationship, and has a continued effect in the role of promoting energy efficiency. Therefore, vigorously promoting the information construction has a very impotent role in improving energy efficiency in China.

Key words: infomationization; energy efficiency; Granger causality; impulse response

能源是人类社会发展的物质基础,是实现区域经济发展及国家安全的重要保障。深入剖析能源效率影响因素及其对能源效率的作用机制,对于中国能源利用效率提升及能源供需矛盾的解决有着不可忽视的作用,因此对能源效率影响因素的分析成为国内外学者研究的热点问题。该领域以往的研究主要以产业结构、科技进步、能源价格、市场化程度等因素与能源效率之间的相关关系为切入点,寻求能源效率变动的主要影响因素^[1-3],但对于信息化与能源效率的研究相对较少。如何对信息化程度进行全面、客观、准确地刻画有待进一步探讨。鉴于此,笔者采用更加科学的指标对信息化进行衡量,并在此基础上对信息化与能源效率的相关关系展开深入研究。

1 相关文献综述

目前关于信息化与能源效率问题的研究相对较少。罗姆(Romm, 2002)认为,因特网经济在地区经

济结构调整及能源效率提升方面有着极为重要的作用^[4]。赖特纳和马丁兹(Laitner and Ehrhardt Martinez, 2008)研究了信息通讯技术资本投入对美国经济生产率及能源效率的影响,研究发现信息通讯技术资本投入显著提高了美国经济生产效率及能源效率,并很好地解决了经济发展与能源消费之间的关系^[5]。库拉德(Collard, 2005)对服务行业通讯资本投入对电力强度的影响进行了研究,研究结论证实通讯资本明显降低了电力强度^[6]。魏楚(2010)^[7]以信息化作为解释变量对地区能源效率差异进行了影响因素分析,认为信息化对企业业务流程改善、资源配置效率及劳动生产率的提升有着极为重要的作用。宣能啸(2004)认为较低的信息化水平是造成能源管理、利用过程中无效低效的主要原因^[8]。其他研究认为,以信息化带动工业化战略,有利于向低能耗的新型工业化阶段过渡^[9],并由此提高工业用能效率,进而实现“信息化节能”。

收稿日期:2011-03-10

基金项目:山东省社科规划项目(09BJGJ10);中国石油大学(华东)人才引进项目(Y090620W)

作者简介:李雷鸣(1970-),男(汉族),山东莱阳人,教授,博士,研究方向为能源战略、能源经济学。

同时,信息资源本身也具有生产要素的性质,并且在一定程度上可以代替各种能源、实物等要素投入,从而实现能源节约,提高能源效率^[10]。可以看出,国内研究主要以定性研究为主,缺乏以数据为基础的实证研究。同时,在对信息化水平进行刻画方面,国外主要以通讯资本为研究对象,国内研究中,魏楚则选取了“移动电话用户数”占地区人口比重这一简单的指标,但是信息化水平不仅仅体现在信息通讯技术资本的增加及移动电话等通讯工具普及上,这些指标都难以对信息化程度进行全面、准确、客观的刻画。研究信息化与能源效率之间的关系,首先需要对信息化这一变量进行科学合理的诠释,并采取合适的分析方法,才能保证研究结论的科学性和可信性。

2 研究设计

2.1 变量选择与数据说明

能源效率(energy efficiency)的测度指标及测度方法有很多,主要有能源宏观效率、能源实物效率、能源物理效率、能源价值效率、能源要素利用效率、能源要素配置效率及能源经济效率^[11]。目前能源宏观效率应用最为普遍,即单位能耗的GDP产出(万元/吨标准煤),本文中也采用该指标测度能源效率。1961—2004年数据来自《新中国55年统计资料汇编》,2005—2008年数据来自历年《中国统计年鉴》。

对于信息化水平的刻画,目前争议较大。国外学者一般以信息资本对此进行衡量,魏楚(2010)^[7]以“移动电话用户数”占地区人口比重这一简单的指标来诠释信息化程度。信息资本只是信息化水平提升的一种途径,至于信息资本能否带来信息化同等水平的提高还要取决于信息资本的实际利用效率,而移动电话用户数也只是对通讯装备水平不全面地刻画(信息装备水平还包括有线电视、固定电话等其他信息传播工具),更难以全面准确的诠释信息化程度。信息化进程不仅意味着通讯装备水平提高及信息资本的增加,更重要的是信息量的增长。同时,通讯装备水平的提高及信息资本的增加最终导致了信息量的增长,可见,用信息量指标来刻画信息化程度更为合理。因此,选取邮电业务总量(万元)来对信息化水平进行刻画。1961—2004年数据来自《新中国55年统计资料汇编》,2005—2008年数据来自历年《中国统计年鉴》。为了消除时间序列中存在的异方差现象,对相关变量取自然对数。

2.2 模型设计

构建了以信息化为能源效率影响因素的回归模型,基本形式如下:

$$\ln E_e = C(1) + C(2) \ln L_{inf} \quad (1)$$

式中, $\ln E_e$ 为能源效率变量; $\ln L_{inf}$ 为信息化水平变量; $C(1)$ 为常数项; $C(2)$ 为弹性系数。本文中以该模型为基础展开实证研究。

2.3 研究方法

以1961—2008年的相关序列为研究对象,运用协整检验和格兰杰因果关系研究信息化与能源效率是否具有长期稳定的均衡关系及因果关系,并建立广义差分方程及脉冲响应函数对二者的动态关系展开实证分析。

平稳性检验。对于非平稳序列进行分析时,会产生“伪回归”现象,使回归结果变得没有意义。因此,首先应对时间序列进行平稳性检验。

协整分析。协整分析是在时间序列的向量自回归分析的基础上发展起来的,空间结构与时间动态相结合的建模方法与理论分析方法。若两个变量之间存在协整关系,说明二者之间具有长期稳定的均衡关系。与线性回归相比更加严格、更具逻辑性。

误差修正模型。根据Engle定理,如果一组变量之间有长期稳定的均衡关系,则协整回归总是能转换为误差修正模型。协整关系只是反映了变量之间的长期均衡关系,建立误差修正模型的目的是建立短期的动态模型,以此来弥补长期静态模型的不足,它既能反映不同的时间序列间的长期均衡关系,又能反映短期偏离对长期均衡修正的机制^[12]。

格兰杰因果关系检验。该方法由Granger(1969)提出,并由Sims(1972)推广。这种方法解决了 x 是否引起 y 的问题,即当前的 y 能够在多大程度上被过去的 x 所解释,加入 x 的滞后值是否能使解释力度得到提升。前提是变量之前存在协整关系,否则该方法则毫无意义。

脉冲响应函数。由于向量自回归模型是一种非理论性模型,无须对变量做任何先验性约束,因此对向量自回归模型进行分析时,主要侧重分析当一个误差项发生变化,或者说模型受到某种冲击时对系统的动态影响,这种分析方法即为脉冲响应函数方法(IRF)。

2.4 实证分析

2.4.1 单位根检验与协整分析

单位根检验一般采用augmented Dickey-Fuller test(增项DF单位根检验)方法,检验结果见表1。

表 1 中的 Δ 表示一阶差分, Δ^2 表示二阶差分; 检验类型 (C, T, K) 中的 C 、 T 和 K 分别表示单位根检验方程包括常数项、时间趋势项和滞后阶数; 0 是指检验方程不包括常数项或时间趋势项, 其中滞后阶数

根据 AIC (Akaike's information criterion) 最小信息准则选定。从表 1 可以看出 $\ln E_e$ 与 $\ln L_{inf}$ 均为二阶单整序列, 二者可能存在长期稳定的均衡关系。

表 1 单位根检验结果
Table 1 Results of unit root test

检验变量	检验类型	ADF 值	临界值			检验结果
			0. 01	0. 05	0. 1	
$\ln E_e$	$(C, T, 1)$	-2. 127 84	-4. 170 58	-3. 510 74	-3. 185 51	不平稳
$\ln L_{inf}$	$(C, T, 0)$	-1. 797 02	-4. 170 58	-3. 510 74	-3. 185 51	不平稳
$\Delta \ln E_e$	$(C, T, 1)$	-3. 161 83	-4. 170 58	-3. 510 74	-3. 185 51	不平稳
$\Delta \ln L_{inf}$	$(C, T, 0)$	-3. 525 61	-4. 170 58	-3. 510 74	-3. 185 51	不平稳
$\Delta^2 \ln E_e$	$(0, 0, 1)$	-7. 480 19	-2. 617 36	-1. 948 31	-1. 612 23	平稳
$\Delta^2 \ln L_{inf}$	$(0, 0, 1)$	-9. 542 83	-2. 617 36	-1. 948 31	-1. 612 23	平稳

对于时间序列的估计方法以最小二乘估计方程最为普遍, 在此, 采用多元线性最小二乘估计模型对上述变量进行参数估计。估计结果如下:
 $\ln E_e = -3. 768\ 338\ 395\ 81 + 0. 396\ 730\ 980\ 192 \ln L_{inf}$
 $t = (-63. 423\ 9) \quad (37. 838\ 3)$ 。

第二行括号内为 t 统计量。模型的拟合优度为 0. 968 871, 调整后的拟合优度为 0. 968 195, 说明模型的拟合效果很好, C 、 $\ln L_{inf}$ 均在 1% 的显著水平下通过了检验, F 统计量为 1 431. 733, 通过了显著性检验。但是, $D. W.$ 统计量为 0. 152 119, 说明模型残差序列存在自相关现象, 为此, 采用 $AR(P)$ 模型 (P 阶自回归过程) 对回归方程残差序列的自相关性进行修正。模型如下:
 $\ln E_e = C(3) + C(4) \ln L_{inf} + [AR(1) = C(5), AR(2) = C(6)]$ 。
(2)
式中, $C(3)$ 为常数项; $C(4)$ 为变量的回归系数; $C(5)$ 和 $C(6)$ 为滞后项系数。

模型回归结果为
 $\ln E_e = -3. 690\ 506\ 640\ 83 + 0. 378\ 899\ 284\ 118 \ln L_{inf} +$
 $t = (-19. 825\ 92) \quad (12. 708\ 54)$
[$AR(1) = 1. 497\ 325\ 261\ 33, AR(2) = -0. 593\ 356\ 227\ 831$]
(13. 339 80) (-5. 258 148)。

可以看出, 可决系数 R^2 为 0. 997 611, 说明方程的拟合度很好, 常数项、 $\ln L_{inf}$ 均在 1% 的显著水平下通过了检验, F 统计量为 5 846. 038 通过检验。 $D. W.$ 统计量为 2. 099, 说明模型残差基本上不存在序列相关。

$\ln L_{inf}$ 的回归系数为 0. 378 899 28, 说明信息化水平的提高对能源效率提升具有正向影响。企业通过信息化建设提升了自身管理水平及监控水平, 有利于提升对能源的配置效率。同时, 企业通过对生产过程的信息化, 在提高产品质量的同时也降低了产

品的能源消耗, 将产品从资源密集型向科技密集型转变, 进而提升能源的利用效率。
对模型残差序列进行平稳性检验, 检验结果显示 ADF 统计量为 -8. 154 918, 在 1% 水平下 (1% 显著性水平的检验临界值为 -4. 165 756) 通过了检验, 说明残差序列平稳, 因此, 可以证明 $\ln E_e$ 与 $\ln L_{inf}$ 存在协整关系, 即具有长期稳定的均衡关系。

2. 4. 2 误差修正模型

根据 Grange 表述定理: 如果变量 X 与 Y 是协整的, 则它们间的短期非均衡关系总能由一个误差修正模型表述。误差修正模型既能反映不同的时间序列间的长期均衡关系, 又能反映短期偏离向长期均衡修正的机制。通过上述协整检验, 得出二者存在协整关系, 因此可以对其建立误差修正模型, 检验其短期动态均衡情况, 增强结果的可信度。建立的误差修正模型为

$$\Delta \ln E_e = C(7) + C(8) \Delta \ln L_{inf} + C(9) c_1 (-2).$$
 (3)
式中, $C(7)$ 为常数项; $C(8)$ 和 $C(9)$ 分别为 $\Delta \ln L_{inf}$ 及误差修正项回归系数; c_1 为误差修正项。

回归结果如下:
 $\Delta \ln E_e = 0. 002\ 153\ 557 + 0. 348\ 763\ 13 \Delta \ln L_{inf} -$
 $0. 350\ 085\ 41 c_1 (-2)$
 $t = (0. 153\ 493) \quad (5. 230\ 604) \quad (-2. 216\ 019)$ 。

从式中可以看出, $\Delta \ln L_{inf}$ 及 $c_1 (-2)$ 均通过了显著性检验, 误差修正项系数为负, 符合反向休整机制, 短期调整系数为 -0. 350 085, 说明长期均衡趋势误差校正项对能源效率的调整幅度为 35%。从模型中可以看出信息化与能源效率的作用机制是: 信息化水平提高 1%, 会引起能源效率 0. 348 76% 的提升效果。同时, 误差修正项系数为负, 长期均衡机制的收敛机制为: 当 $c_1 > 0$ 时, c_1 对能源效率的提升起负面作用, 当 $c_1 < 0$ 时, c_1 对能源效率的提升起推动

作用。该方程中 $c_1=0.35008541$,说明 c_1 对能源效率的提升具有一定的推动作用。

2.4.3 格兰杰因果关系检验

前文已经证实信息化与能源效率之间存在长期稳定的均衡关系,但这种均衡关系是否构成因果关系,有待进一步研究。在此运用 Eviews6.0 对二者进行格兰杰因果关系检验,检验结果如表 2 所示,对于滞后阶数的处理根据 AIC 最小原则来确定。

表 2 格兰杰因果关系检验结果

Table 2 Granger causality test results

原假设	滞后阶数	F 统计值	P 值
$\ln L_{int}$ 不是 $\ln E_e$ 的格兰杰原因	1	4.80323	0.0134
$\ln E_e$ 不是 $\ln L_{int}$ 的格兰杰原因	1	0.60851	0.5490

当原假设为“信息化不是能源效率的格兰杰原因”时,得到 F 统计量为 4.80323,原假设为“能源效率不是信息化的格兰杰原因”时,得到的 F 统计量为 0.60851,查表可知, F 统计量的临界值为 4 ($F_1=1, F_2=40$), $4.80323>4, 0.60851<4$,因此拒绝第一个原假设,接受第二个原假设,即信息化是引起能源效率的格兰杰原因,而能源效率不是引起信息化的格兰杰原因,二者呈现单项因果关系。信息化水平的提升必然引起能源效率的提升。

2.4.4 脉冲响应函数

前文已经证实,信息化与能源效率之间存在着长期稳定的均衡关系,并且信息化水平提高是引起能源效率提升的格兰杰原因。但是,这并不能反映信息化对能源效率影响的动态特征,即不同时期信息化对能源效率的影响程度。为此,采用脉冲响应函数对二者进行进一步研究。

当某一变量 t 期的扰动项变动时,会通过变量之间的动态联系,对 t 期以后各变量产生连锁作用,脉冲响应函数将描述系统对冲击扰动在不同滞后期的动态反应。确定一个变量对另一个变量的作用时滞,以衡量来自随机扰动项的一个标准差冲击对内生变量当前和未来取值的影响^[13]。在此,采用脉冲响应函数来分析信息化对能源效率的影响,结果如图 1 所示。信息化对能源效率的提升具有正向的冲

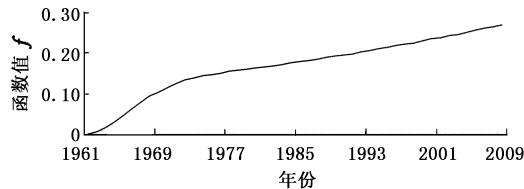


图 1 脉冲响应函数分析结果

Fig.1 Impulse response analysis results

击作用并呈逐渐增强趋势,在 1978 年前后冲击趋于平稳,说明信息化对能源效率提升具有长期稳定的推动作用。

3 结束语

首先采用最小二乘估计法及 $AR(P)$ 修正模型探究了信息化与能源效率之间的相关关系,研究发现信息化水平的提升对中国能源效率的提升具有较为明显的正向影响。在此基础上,通过协整分析及格兰杰因果关系检验对二者进行进一步探讨,发现二者存在着长期稳定的均衡关系,并且信息化水平的提高构成了能源效率提升的单向格兰杰因果关系。最后,通过构建脉冲响应函数研究了信息化水平对中国能源效率变动的动态作用机制,证实了信息化水平的提高对能源效率提升有着长期稳定的推动作用。由此可见,信息化水平的提高对于提升中国能源效率有着不可忽视的作用。因此,加大对信息产业支持力度,努力提升信息化在生产、生活中的普及水平,将对能源效率的提升产生极为重要的推动作用。

参考文献:

[1] 成金华,李世祥. 结构变动、技术进步以及价格对能源效率的影响[J]. 中国人口·资源与环境,2010,20(4):35-42.
CHENG Jin-hua, LI Shi-xiang. Structural shift, technological progress, energy price and energy efficiency[J]. China Population, Resources and Environment, 2010, 20(4):35-42.
[2] 杭雷鸣,屠梅曾. 能源价格对能源强度的影响:以国内制造业为例[J]. 数量经济技术经济研究,2006(12):93-100.
HANG Lei-ming, TU Mei-ceng. The impacts of energy prices on energy intensity[J]. Journal of Quantitative & Technical Economics,2006(12):93-100.
[3] 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,2008,25(10):18-27.
LI Shi-xiang, CHENG Jin-hua. Study on the energy efficiency of China and its determinants[J]. Statistical Research,2008,25(10):18-27.
[4] ROMM Joseph J. The internet and the new energy economy, resources[J]. Conservation and Recycling,2002,36(2):197-210..
[5] LAITNER JA, MARTINEZ Ehrhardt. Information and communication technologies: the power of productivity[J]. American Council for an Energy-Efficient Economy (ACEEE), 2008,18(2):47-66.