

要素价格变动影响农业能源效率的实证研究

戴红军^{1,2} 孙涛¹ 郭文¹ 张坤^{1,3} 高明美^{1,4}

(1. 南京航空航天大学 经济与管理学院, 南京 211106;

2. 淮南师范学院 经济与管理学院, 安徽 淮南 232000;

3. 山东政法学院 信息科学技术系, 济南 250014;

4. 青岛大学 数学科学学院, 山东 青岛 266071)

摘要 运用协整分析、格兰杰因果关系检验、VAR模型、脉冲响应函数以及岭回归方法,研究要素价格变动对农业能源效率的影响。实证研究结果表明:能源要素、资本要素以及劳动力要素价格与农业能源效率存在长期的均衡关系。3种要素价格都是农业能源效率的格兰杰原因,而反向的格兰杰因果关系则不存在。能源价格和劳动力价格对能源效率产生正向影响,其上涨1%分别使能源效率提高0.341%和0.364%;而资本价格对能源效率的影响却相反,资本价格下降1%会可使能源效率提高0.084%。应进一步推进要素价格的市场化改革,形成有效的价格约束机制;同时应充分利用价格手段,加快农业产业结构升级,提高农业能源效率。

关键词 要素价格;农业能源效率;长期均衡关系;格兰杰原因;岭回归;价格约束机制

中图分类号 F 124.5

文章编号 1007-4333(2016)05-0161-08

文献标志码 A

An empirical research on the impact of factor price changes on agricultural energy efficiency

DAI Hong-jun^{1,2}, SUN Tao¹, GUO Wen¹, ZHANG Kun^{1,3}, GAO Ming-mei^{1,4}

(1. College of Economic and Management, Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing 211106, China;

2. College of Economic and Management, Huainan Normal University, Huainan 232000, China;

3. College of Information Science and Technology, Shandong University of Political Science and Law, Jinan 250014, China;

4. College of Mathematics, Qingdao University, Qingdao 266071, China)

Abstract Cointegration analysis, granger causality test, VAR model, impulse response function and ridge regression are adopted to study the impact of factor price changes on agriculture energy efficiency. The results show that: There is a long-term equilibrium relationship between energy factor, capital factor and the price of factor labor and agricultural energy efficiency; Three factor prices are Granger-cause of the agricultural energy efficiency, while the reverse Granger causality does not exist; Energy and labor prices have a positive impact on energy efficiency, which improve energy efficiency by 0.341% and 0.364% when raised by 1%, respectively. On the contrary, capital prices have a negative impact on energy efficiency, which improve energy efficiency by 0.084% when decreased by 1%. In order to improve agricultural energy efficiency by the price means we should further promote market-oriented reform of factor prices to form an effective price restraint mechanism and accelerate the upgrading of industrial structure of agriculture.

Keywords factor price; agricultural energy efficiency; long-term equilibrium relationship; Grainger-cause; ridge regression; price restraint mechanism

收稿日期: 2015-03-17

基金项目: 国家自然科学基金项目(71403120); 江苏省哲学社科基金重点课题(12EYA001); 江苏省研究生培养创新工程项目(KYZZ_0107); 江苏省高校研究生培养创新基金项目(CXLX12_0178); 山东政法学院科研计划项目(2014Q02B)

第一作者: 戴红军, 讲师, 博士研究生, 主要从事环境治理、财务管理等研究, E-mail: 6688dhj@163.com

随着我国工业化和城市化的快速发展,农业生产正逐步转变为现代农业,机械化水平不断提高,使得农业生产消耗的能源快速增加。同时,与工业相比,农业能耗相对较小,其使用效率长期被忽视,这使得我国农业一直处于低能源效率的粗放式发展。目前,我国一方面要实现“十二五”规划提出的节能减排目标,提高每个产业的能源利用效率。另一方面,农村生产要素、资源的短缺使农业能源消耗对各种要素价格波动更为敏感。因此,研究要素价格波动对农业能源效率的影响对于实现我国经济的可持续发展具有重要意义。

目前,国内外已从多个角度研究了要素价格变动对能源效率的影响。Biol等^[1]应用经济学基本原理分析了能源价格变动对能源效率的影响,认为提高能源价格能够提高能源效率;相似的研究还有Rotemberg等^[2]、Finn^[3]采用投入产出、一般均衡模型等方法,研究了能源价格上涨的经济效应。已有研究^[4-6]利用不同国家的数据进行了研究,结果都显示能源价格能够促进能源效率显著提高。Lan^[7]利用美国数据研究表明:能源价格上升在短期内通过要素替代作用,提高能源效率;长期则通过技术创新,降低能源消耗。然而,林伯强^[8]利用我国数据的研究却发现,能源价格与能源强度存在长期均衡关系,而且能源价格显著影响能源强度;马超群等^[9]则得出了相反的结论。近年来,能源价格对能源效率影响的研究更加深入和细化。杭雷鸣等^[10]运用Cobb-Douglas模型发现能源价格促进了制造业整体能源效率的提高;孔婷等^[11]则运用能源价格调节效应的综合评价模型进行了类似的研究,发现能源价格的直接调节效应并不显著,只能通过能源消费结构来间接调节能源效率。曹秀芬等^[12]的研究表明电力价格对电力能源效率的影响不明显。陶小马等^[13]认为1980—2007年,工业部门能源价格由于政府能源价格管制而存在严重的扭曲,严重制约了能源效率的提高;张宗益等^[14]则发现在第三产业,能源价格短期调节效应不显著,但长期调节效应显著。

目前国内外相关研究已经比较深入,但研究结论存在差异,甚至存在相反的结论;而且很多相关研究仅考虑能源价格1个生产要素,而忽视了其他要素投入与能源要素间存在的替代效应;另外,对于农村这一特殊的经济系统,国内相关文献较少,仅有宋一弘等^[15]探讨了能源价格对农村全要素生产率的

影响。本研究拟运用计量经济学的经典模型,在分析各投入要素价格变动与农业能源效率长期均衡关系的基础上,重点分析要素价格变动对农业能源效率的影响程度,以期从要素价格体系的角度提出促进农业能源效率提高的政策建议和改进措施。

1 要素价格变动对农业能源效率的影响

能源效率一般分为能源技术效率和能源经济效率2类。本研究主要关注能源经济效率,采用单位能耗带来的广义农业增加值反映农业能源效率。图1示出1994—2010年我国农业单位能耗产生的广义农业增加值逐年增加的趋势。

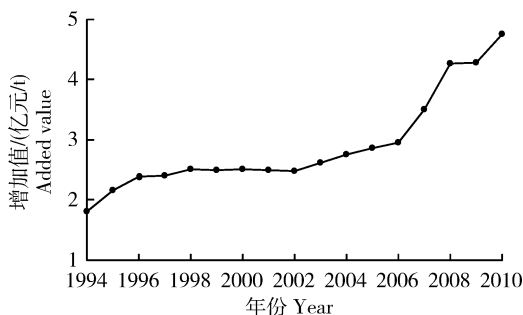


图1 1994—2010年我国农业单位能耗产生的广义农业增加值

Fig. 1 Generalized agricultural added value caused by the unit energy consumption of agricultural in China (1994—2010)

1.1 能源要素价格变动及其对能源效率的影响

我国目前还没有能源价格指数的统计资料,本研究以燃料、动力价格指数替代。自1990年以来,我国政府逐步放开能源价格的管制,能源价格呈现迅速升高的趋势。以1988年为基期,2010年我国能源价格指数为8.772,说明能源价格上涨了7.772倍。图2示出1988—2010年我国能源价格的变动趋势。

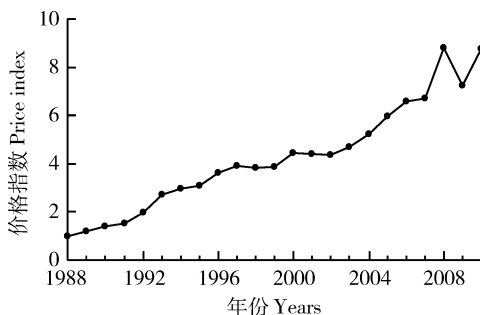


图2 我国能源价格指数变动趋势

Fig. 2 Change trend of energy price in China

能源价格上涨的原因主要有以下3方面:1)改革开放以来,我国经济快速发展带来能源需求的增加,特别是自2000年以来,能源消费的增长速度超过9%^[16]。能源需求的增加推动了能源价格的上升;2)1990年以前,我国政府对各类能源价格实行严格的管制,使得能源价格长期保持较低水平^[17]。随着能源价格管制的放开,能源价格寻求市场化的均衡,更加真实地反映了市场对能源价格的需求;3)全球能源需求增长和能源安全问题,使得国际能源价格出现了逐步上涨的趋势。研究表明,国际与国内原油价格存在互动关系,国际能源价格上涨拉动国内能源价格的上涨,且其相互影响的程度不断加大^[18-19]。

农业生产活动需要能源、劳动力和资本等要素的投入,在追求成本一定、产出最大的生产过程中,农业生产活动的最有要素投入是各个要素的单位价格边际产品相等。由于要素的替代效应,能源价格的上涨在短期内能降低农业能源强度,提高农业能源效率。能源作为农业生产活动的动力资源,是农业生产活动的基础,而随着能源价格的上涨,农业生产成本以及能源成本的比重都会上升,那么农民往往更倾向于种植那些较低能源消耗的农作物,或更注重其他较低能源消耗的产业(畜牧业等)的生产。在1985—2009年,我国农作物种植业能源产出弹性为0.058,而林牧副渔业为0.026,显著低于农作物种植业^[20]。长期来看,能源价格上涨能促进能源要素从高能源强度产业向低能源强度产业转移,进而优化能源资源的配置,提高农业能源效率。

1.2 资本要素价格变动及其对能源效率的影响

利率水平能够反映资本的使用成本,即资本价格,本研究用一年期农户贷款利率来表示资本价格。考虑到利率的调整时间可能在年中,且一年出现几次利率调整的情况,用式(1)计算调整当年的利率。

$$R_t = \sum_i^n (r_i \times D_i / 360) \quad (1)$$

式中: R_t 为 t 年的调整利率, r_i 为 t 年出现的利率, D_i 为 t 年 r_i 持续的时间。图3示出我国1984—2010年农村资本价格变动趋势。可见,我国一年期农户贷款利率出现了几次波动,这主要是受国家调节经济的政策影响。第一次波动出现在1988—1992年,这一阶段我国出现高通胀的局面,1989年央行大幅提高贷款利率以抑制通胀,后来在1990—

1992年,央行开始转换利率调控政策,逐步调低贷款利率。第二次波动出现在1993—1997年,高通胀的问题使得我国在1993—1995年快速提高贷款利率,并在1996年后逐步调低贷款利率。1999—2006年贷款利率水平保持相对稳定。第三次波动出现在2007—2009年,2008年美国金融危机对我国经济造成了很大的冲击,这一阶段我国贷款利率出现了先上升后回落的现象。

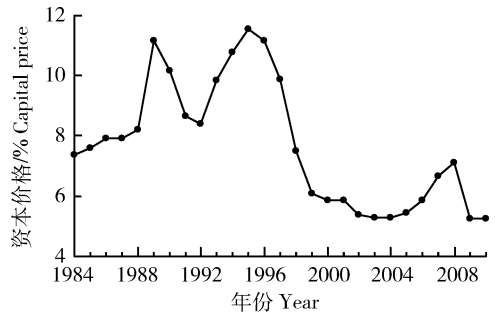


图3 我国农户贷款利率变动趋势

Fig. 3 Change trend of the peasant household loan interest rate in China

资本要素价格对能源效率的影响比较复杂。首先,资本要素价格下降将增加资本的边际产品,带来企业产量的增加,产量增加又会引起能耗的增加,从而对能源效率产生反向的影响。其次,Cobb-Douglas生产函数模型认为企业生产的投入要素之间具有替代效应,假设考虑能源、劳动力和资本要素的投入,资本要素价格上升时,追求利润最大化的企业将选择劳动力或能源要素来替代。为了直观地体现资本要素与能源要素的替代作用,此处仅考虑能源要素与资本要素的投入,此时会产生2种结果:一是资本要素价格上升,资本的需求会减少,而能源的需求会增加,导致能源价格的上涨,从而降低能源效率;二是资本要素价格上涨,资本的需求减少,能源需求的增加引起能源投入增加,从而能源投入的边际产品下降,最终引起能源效率的提高。

1.3 劳动力要素价格变动及其对能源效率的影响

根据《中国农村统计年鉴》的统计资料,至2010年我国农村居民生产性收入仍占总收入的90%以上,因此本研究采用农村居民人均收入表示劳动力价格。1992年我国农村居民人均收入为1155.38元,2010年已上升为7115.57元,为1992年的6.16倍。图4反映了我国1992—2010年农村劳动力价格逐渐上升的趋势。

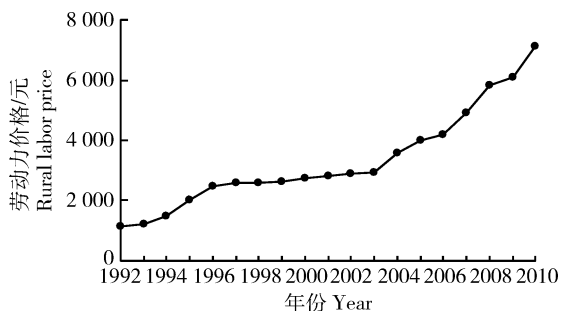


图4 我国农村劳动力价格变动

Fig. 4 Change trend of the rural labor price in China

我国农村劳动力价格上涨的主要原因是:首先,农村改革极大提高了农产品产量和农业生产能力^[21]。1979—2008年,农业全要素生产力提高了2倍多^[22]。农业生产力的提高推动了农产品产量的增加,提高了农村家庭和居民的收入。其次,农业多样化发展的趋势越来越明显,包括农业种植业产品的多样化和广义农业产业的多样化。具体来看,农业种植业经济作物的种植面积从1992年的3 844.67万 hm^2 增加到2010年的5 080万 hm^2 ,比重由26.57%上升至31.62%。林牧副渔业增加值也不断增大,2009年林牧副渔业增加值与农作物种植业之比上升至0.846^[20]。农业多样化的发展也促进了农村居民收入的提高。

农村劳动力要素价格变动对农业能源效率的影响与资本要素价格相似,假设仅考虑能源和劳动力要素的投入,劳动力要素价格上升时,追求利润最大化的企业将选择能源要素来替代。此时会产生2种

结果:一是劳动力要素价格上升,劳动力的需求会减少,而能源的需求会增加,导致能源价格的上涨,从而降低能源效率;二是劳动力要素价格上涨,劳动力的需求减少,能源需求的增加引起能源投入增加,从而能源投入的边际产品下降,最终引起能源效率的提高。

2 数据选择与实证研究

2.1 变量选择与数据来源

本研究选取的被解释变量是农业能源效率,即农业单位能耗带来的广义农业增加值,表示为 Y ,该指标是农林牧副渔业增加值与该产业其能源消费总量的比值。解释变量包含3个变量,分别是能源价格(E)、资本价格(C)和劳动力价格(L),体现了能源要素、资本要素和劳动力要素价格变动对农业能源效率的影响。实证研究的数据来源于1995—2012年《中国统计年鉴》,1993—2010年《中国农村统计年鉴》,1989—2010年《中国能源统计年鉴》以及1985—2010年《中国金融年鉴》。鉴于数据的可获得性,选取1995—2010年作为样本期间。

2.2 序列平稳性检验

根据实证研究的需要,本研究对研究变量的原始数据取对数以消除序列的异方差,能源效率、能源价格、资本价格和劳动力价格分别记为 $\ln Y$ 、 $\ln E$ 、 $\ln C$ 和 $\ln L$ 。同时为防止“伪回归”现象,本研究采用ADF检验方法检验数据序列的平稳性,其中滞后阶数采用AIC与SC准则确定,检验结果见表1。结果表明,水平数据都不平稳,而其一阶差分序列都通

表1 单位根(ADF)检验结果

Table 1 Results of the ADF unit root test

变量 Variable	检验类型(C, T, K) Type of test	T 统计量 T statistic	5%临界值 Critical values of 5%	结论 Conclusion
$\ln Y$	($C, 0, 1$)	-2.187	-3.081	不平稳
$\Delta \ln Y$	($C, 0, 1$)	-4.354**	-3.145	平稳
$\ln E$	($C, T, 0$)	-2.378	-3.760	不平稳
$\Delta \ln E$	($C, T, 0$)	-5.346**	-3.791	平稳
$\ln C$	($0, 0, 1$)	-1.457	-1.971	不平稳
$\Delta \ln C$	($0, 0, 1$)	-2.418**	-1.968	平稳
$\ln L$	($C, T, 3$)	-2.388	-3.875	不平稳
$\Delta \ln L$	($C, T, 3$)	-3.945**	-3.829	平稳

注:**表示5%水平下显著。 C, T, K 分别表示带有常数项、时间趋势和滞后阶数。 Δ 表示序列的一阶差分。 Y, E, C, L 分别表示能源效率、能源价格、资本价格和劳动力价格。下同。

Notes:**, significance at the 5% level; C, T , and K , the intercept, time trend and lag order, respectively; Δ , first order difference. Y, E, C and L indicate energy efficiency, energy price, capital price and labor price, respectively. The same below.

过了 5% 的显著性水平检验,表明这些变量均为一阶单整序列。

2.3 长期均衡关系分析

对于非平稳序列间的长期均衡关系,一般的研究方法是对变量的一阶差分进行回归分析。然而,对变量一阶差分的回归,反映的是变量间的短期关系,并非经济理论所指的变量间的均衡关系^[23]。为

了研究各类投入要素价格变动与农业能源效率间的长期均衡关系,本研究采用 Johansen 协整检验,检验结果见表 2。能源效率与要素价格之间至少存在 1 个协整关系,至多存在 2 个协整关系。进一步检验其残差的平稳性,发现其残差序列平稳,从而验证了变量间的协整关系,即能源效率与要素价格间存在长期的均衡关系。

表 2 Johansen 协整检验结果

Table 2 Results of Johansen cointegration approach

原假设(H ₀) Null hypothesis	特征值 Eigen value	迹检验统计量 Trace statistic		最大特征值统计量 Max eigen value statistic	
		统计值 Statistic	5% 临界值 Critical values of 5%	统计值 Statistic	5% 临界值 Critical values of 5%
		0	0.905	71.074**	47.856
1	0.834	38.084	29.797	25.125	21.132
2	0.514	12.960	15.495	10.089	14.265
3	0.185 4	2.871	3.842	2.871	3.842

注: ** 表示 5% 显著水平下拒绝原假设。

Notes: ** show significance that to reject the null hypothesis at the 5% level.

2.4 因果关系分析

Johansen 协整检验结果表明农业能源效率与农业生产各投入要素间存在长期的均衡关系,为明确各变量相互影响的因果方向,本研究进一步运用

了 Granger 因果关系检验。该方法主要用于检验某个变量的滞后项对另一变量当期值的影响,能够反映各变量在统计意义上的因果关系。Granger 因果关系检验结果见表 3。

表 3 Granger 因果关系检验结果

Table 3 Results of Granger causality test

原假设(H ₀) Null hypothesis	滞后阶数 Lags	F 统计量 F statistic	P 值 Prob.
lnY 不是 lnE 的 Granger 原因 lnY does not Granger-cause lnE	2	0.934	0.428
lnE 不是 lnY 的 Granger 原因 lnE does not Granger-cause lnY		5.272**	0.031
lnY 不是 lnC 的 Granger 原因 lnY does not Granger-cause lnC	2	0.400	0.682
lnC 不是 lnY 的 Granger 原因 lnC does not Granger-cause lnY		4.225***	0.057
lnY 不是 lnL 的 Granger 原因 lnY does not Granger-cause lnL	2	1.356	0.306
lnL 不是 lnY 的 Granger 原因 lnL does not Granger-cause lnY		3.456***	0.077

注: **、*** 表示在 5% 和 10% 水平下显著。

Notes: ** and *** show significance at the 5% and 10% level.

检验结果表明,能源要素价格、资本要素价格和劳动力要素价格变动均是能源效率变动的 Granger 原因,即能源要素价格、资本要素价格和劳动力要素价格的变动能显著地解释能源效率的变动,这与本研究的理论假设一致。然而,反向的因果关系却不显著,即能源效率变动不是能源要素价格、资本要素价格和劳动力要素价格的 Granger 原因。可能的解释为:一方面,各个生产要素的价格受多方面因素的影响,以能源价格为例,由于全球能源需求的增长以及能源安全意识的提高,国际能源价格反映出了更加密切的互动关系,国际能源价格也成为国内能源价格变动的重要影响因素;另一方面,资本价格(农户贷款利率)在我国如同其他贷款利率一样,更多的表现为 1 个政策变量,具有一定程度的外生性。

2.5 脉冲响应函数

脉冲响应函数反映来自随机扰动项的 1 个标准差冲击对其他变量当前和未来值影响的变动轨迹,直观地刻画了变量间的动态交互作用^[14]。因此,本研究基于 VAR 模型,采用脉冲响应函数来考察能源要素价格、资本要素价格及劳动力要素价格变动的冲击对能源效率的影响,结果见图 5。

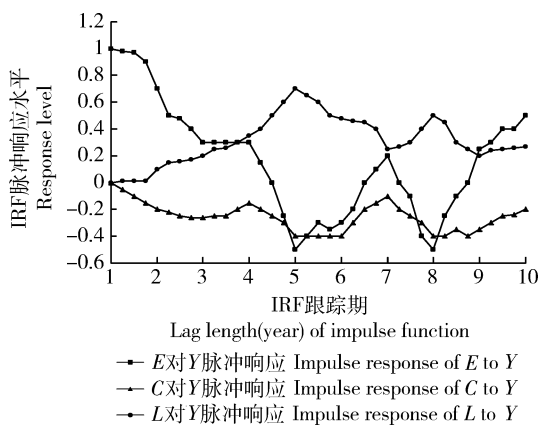


图 5 要素价格对能源效率的脉冲响应

Fig. 5 Impulse response diagram about factor price to energy efficiency

当期给能源要素价格 1 个标准差的冲击,农业能源效率迅速产生 1 个正向的响应,说明能源要素价格在短期内对农业能源效率产生正向的调整。至 4 期回落至初始水平,农业能源效率趋于平稳,可见我国目前的能源价格机制没有体现能源资源的稀缺性,其对能源效率的调节作用不具有持续性。

在受到资本要素价格冲击后,农业能源效率在

短期和长期都产生了负向的响应,显示了资本要素价格与农业能源效率的反向关系。我国银行利率本质上更多地表现为 1 个政策变量,并且农户贷款利率与其他工业企业贷款利率相同,这使得经济相对落后的农村资本成本相对较高,从而导致其他投入要素对资本要素的替代作用较强,资本要素价格的下降引起其他要素需求的快速减少,进而提高能源效率。

观察农业能源效率对劳动力要素价格冲击的响应情况,当期给劳动力价格 1 个标准差冲击,农业能源效率短期没有较大的波动,但是中长期产生了正向的响应,并在 5 期达到最大值,然后逐渐回落趋于收敛。说明农村劳动力要素价格上涨在引起边际产量变动以及要素(资本)替代的共同作用下,可以提高农业能源效率。

2.6 岭回归分析

基于要素价格变动对农业能源效率的影响分析,以及 Johansen 协整检验、Granger 因果关系检验和脉冲响应分析结果,本研究构建模型(2)测度各要素价格变动对农业能源效率的影响程度。

$$\ln Y = \beta_1 \ln E + \beta_2 \ln C + \beta_3 \ln L \quad (2)$$

式中: Y 、 E 、 C 和 L 分别表示能源效率、能源要素价格、资本要素价格和劳动力要素价格; β_i ($i=1,2,3$) 为相应的系数。为了避免可能存在的多重共线性,本研究构建解释变量间的辅助回归模型进行判别,辅助回归结果见表 4。

表 4 解释变量间的辅助回归

Table 4 Results of auxiliary regression

变量 Variable	R^2	F 值 F statistic
$\ln E$	0.972	259.58*
$\ln C$	0.343	3.40***
$\ln L$	0.970	245.49

注: *、*** 分别表示通过 1% 和 10% 的显著性检验。

Notes: *, *** indicate the levels of significance at 1%, 10%, respectively.

检验结果显示 3 个解释变量之间很可能存在多重共线性,因此本研究采用岭回归的对模型(2)进行估计。估计结果见图 6。

由岭回归估计结果可以看出岭参数 k 取值从

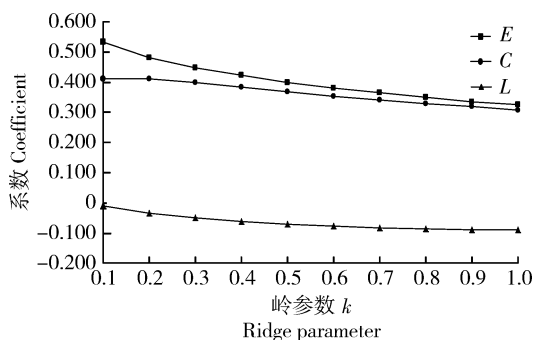


图6 岭回归估计结果

Fig. 6 Ridge regression estimation

0.1~0.7变化时,各要素岭回归系数的变化较大,这就是多重共线性所引起的异常变化。当 $k \geq 0.7$ 时,各要素相应的岭回归系数较为稳定。因为 k 值越大,模型的标准误差就越大,因此本研究取 $k=0.7$,建立岭回归方程如下:

$$\ln Y = 0.341 \ln E - 0.084 \ln C + 0.364 \ln L \quad (3)$$

岭回归估计结果验证了脉冲响应图的结论,即能源要素、劳动力要素价格与能源效率正相关,而资本要素价格则表现为负相关。从影响效力来看,劳动力要素价格变动对能源效率影响最大,回归系数为0.364,即劳动力要素价格提高1%能提高能源效率0.364%;其次是能源要素价格,回归系数为0.341,即能源要素价格提高1%能提高能源效率0.341%;最后是资本要素价格,回归系数为-0.084,表明资本要素价格下降1%能提高能源效率0.084%。

3 结论与政策建议

本研究基于VAR模型的协整分析、格兰杰因果关系检验、脉冲响应函数,以及岭回归方法研究了要素价格变动对中国农业能源效率的影响,研究结果表明:能源要素价格、资本要素价格和劳动力要素价格与中国农业能源效率存在长期的均衡关系。且各要素价格都是农业能源效率的格兰杰原因,而反向的格兰杰因果关系不显著。能源要素价格与能源效率正相关,但其对能源效率的调节作用不具有持续性;资本要素价格与能源效率负相关;劳动力要素价格与能源效率正相关。就影响效力看,劳动力要素价格变动对能源效率影响最大,其次是能源要素价格变动,最后是资本要素价格,其回归系数分别为0.364、0.341、-0.084。

基于上述研究,提出以下2点建议:1)进一步推进要素价格的市场化改革,形成有效的价格约束机制。目前,中国农业生产要素市场仍存在一些“非市场化”因素,资本要素价格具有较强的政策性,能源要素价格和劳动力要素价格仍存在不同程度的扭曲。随着中国经济市场化的深入,农业生产要素价格的改革也应进一步深化,使价格反映资源的稀缺性,从而有效提高农业能源效率。2)充分利用价格手段,促进农业产业结构升级,提高农业能源效率。广义农业中农、林、牧、副、渔业的能效具有较大差异,其中农业种植业的能源效率显著低于其他行业,可以对能源等要素资源实行差别定价,提升高能耗种植业的生产成本,从而加快农业产业结构的升级,促进农业能源效率的提高。

参 考 文 献

- [1] Birol F, Keppler J H. Prices, technology development and the rebound effect[J]. *Energy Policy*, 2000, 28(6/7): 457-469
- [2] Rotemberg J J, Woodford M. Imperfect competition and the effects of energy price increases on economic activity[J]. *Journal of Money Credit and Banking*, 1996, 28(4): 549-577
- [3] Finn M G. Perfect competition and the effects of energy price increases on economic activity[J]. *Journal of Money Credit and Banking*, 2000, 32(3): 400-416
- [4] Cornillie J, Fankhauser S. The energy intensity of transition countries[J]. *Energy Economics*, 2004, 26(3): 283-295
- [5] Fisher-Vanden K, Jefferson G H, Liu H M, Tao Q. What is driving China's decline in energy intensity? [J]. *Resource and Energy Economics*, 2004, 26(1): 77-97
- [6] Kaufmann R K. The mechanisms for autonomous energy efficiency increases: A cointegration analysis of the US energy/GDP ratio [J]. *The Energy Journal*, 2004, 25(1): 63-68
- [7] Lan S W. Explaining the declining energy intensity of the U. S. economy[J]. *Resource and Energy Economics*, 2008, 30(1): 21-49
- [8] 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
Ling B Q. Economic analysis of energy demand in China[J]. *Statistical Research*, 2001(10): 34-39 (in Chinese)
- [9] 马超群, 储慧斌, 李科, 周四清. 中国能源消费与经济增长的协整与误差校正模型研究[J]. *系统工程*, 2004, 22(10): 47-50
Ma C Q, Chu H B, Li K, Zhou S Q. Co-integration analysis and an error correction model of China's energy consumption and economy growth[J]. *Systems Engineering*, 2004, 22(10): 47-50 (in Chinese)
- [10] 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 L M, Tu M C. The impacts of energy prices on energy intensity [J]. *The Journal of Quantitative & Technical Economics*, 2006(12):93-100 (in Chinese)
- [11] 孔婷, 孙林岩, 何哲, 孙荣庭. 能源价格对制造业能源强度调节效应的实证研究[J]. *管理科学*, 2008, 21(3):2-8
- Kong T, Sun L Y, He Z, Sun R T. An empirical study of energy prices effect on energy intensity in manufacturing industries [J]. *Journal of Management Sciences*, 2008, 21(3):2-8 (in Chinese)
- [12] 曹秀芬, 杨桂元, 宋马林. 中国电力能源效率影响因素研究[J]. *科学决策*, 2011(11):76-93
- Cao X F, Yang G Y, Song M L. Study on the influencing factors of China's power energy efficiency[J]. *The Journal of Scientific Decision-making*, 2011(11):76-93(in Chinese)
- [13] 陶小马, 邢建武, 黄鑫, 周雯. 中国工业部门的能源价格扭曲与要素替代研究[J]. *数量经济技术经济研究*, 2009(11):3-16
- Tao X M, Xin J W, Huang X, Zhou W. The measurement of energy price distortions and factor substitution in Chinese industry [J]. *The Journal of Quantitative & Technical Economics*, 2009(11):3-16 (in Chinese)
- [14] 张宗益, 芮小明, 汪锋. 能源价格上涨对中国第三产业能源效率的冲击: 基于 VAR 模型的实证分析[J]. *管理评论*, 2010, 22(6):61-70
- Zhang Z Y, Guo X M, Wang F. Energy price impacts on energy efficiency of the tertiary industry in China: A VAR-model based empirical study[J]. *Managment Review*, 2010, 22(6):61-70 (in Chinese)
- [15] 宋一弘, 魏玮. 中国农村全要素能源效率的变动分解[J]. *西北农林科技大学学报: 社会科学版*, 2013, 13(3):38-45
- Song Y H, Wei W. Measuring and decomposition on total factor energy efficiency of China's rural areas[J]. *Journal of Northwest A & F Univcrsity, Social Sciencce Edition*, 2013, 13(3):38-45(in Chinese)
- [16] 沈镭, 薛静静. 中国能源安全的路径选择与战略框架[J]. *中国人口·资源与环境*, 2011, 21(10):49-54
- Shen L, Xue J J. Development path choice and strategy framework of China's energy security[J]. *China Population, Resources and Environment*, 2011, 21(10):49-54 (in Chinese)
- [17] 刁心柯, 唐安宝. 能源价格变动对能源效率影响研究[J]. *中国矿业*, 2012, 21(6):37-41
- Diao X K, Tang A B. Study on the impact of energy price variation on energy efficiency [J]. *China Mining Magazine*, 2012, 21(6):37-41 (in Chinese)
- [18] 焦建玲, 范英, 张九天, 魏一鸣. 中国原油价格与国际原油价格的互动关系研究[J]. *管理评论*, 2004, 16(7):48-53, 64
- Jiao J L, Fan Y, Zhang J T, Wei Y M. Study on the inteructaon between China's and international crude-oil prices [J]. *Managment Review*, 2004, 16(7):48-53, 64 (in Chinese)
- [19] 焦军普. 国际市场价格上涨对我国国内价格影响的实证分析[J]. *经济与管理研究*, 2007(9):22-25
- Jiao J P. Empirical analysis on the impact of price increases on domestic prices[J]. *Research on Economics and Management*, 2007(9):22-25 (in Chinese)
- [20] 李建华, 景永平. 农村经济结构变化对农业能源效率的影响[J]. *农业经济问题*, 2011(11):93-99
- Li J H, Jin Y P. The influence of structure change on rural energy efficiency [J]. *Issues in Agricultural Economy*, 2011(11):93-99 (in Chinese)
- [21] Lin, JYF. Rural reforms and agricultural growth in China[J]. *The American Economic Review*, 1992, 82(1):34-51
- [22] 张砚杰, 王晓兵. 改革开放 30 年中国农业生产力和效率变化评估[J]. *农业经济问题*, 2012(10):19-28
- Zhang Y J, Wang X B. The evaluation of the regional difference of total factor productivity in the past three decades[J]. *Issues in Agricultural Economy*, 2012(10):19-28 (in Chinese)
- [23] 李晓嘉, 刘鹏. 中国经济增长与能源消费关系的实证研究: 基于协整分析和状态空间模型的估计[J]. *软科学*, 2009, 23(8):61-64
- Li X J, Liu P. An empirical analysis for China's energy consumption and economic is growth: Based on cointegration analysis and state space model[J]. *Soft Science*, 2009, 23(8):61-64(in Chinese)

责任编辑: 刘迎春