

中国能源效率偏低的解释:技术无效抑或配置无效

盛鹏飞

(河南大学 经济学院,河南 开封 475004)

摘要:大量研究表明中国的能源利用效率处于较低的水平,然而对能源利用低效的解释却存在较大争议。因此本文通过构建要素影子价格将价格信息引入到全要素能源非效率的分解框架,并利用面板 Tobit 模型来进一步探析中国能源利用效率偏低的原因,研究发现:中国全要素能源非效率从1998年到2010年有一定程度的改善,但是这种改善主要来源于配置无效的降低,而技术无效则呈现出逐年增加的趋势;环境管制的加强、市场化进程和经济水平的提高对能源效率有明显的改善,而经济结构重型化、能源资源禀赋和工业产业占比增加等对能源效率有明显负效应。

关键词:影子价格;能源效率;配置无效;技术无效;非效率分解

中图分类号:F062.9 文献标识码:A 文章编号:1671-9301(2015)01-0009-012

DOI:10.13269/j.cnki.ier.2015.01.002

一、引言

在中国过去三十余年的经济发展过程中,能源投入扮演了重要的角色,然而逐年增加的能源消费量和逐年降低的能源自给率^①已经成为制约经济发展的关键要素;同时全球气候变暖也迫使中国更加关注能源消费模式,并且中国政府在2009年的哥本哈根气候变化会议上郑重提出,到2020年将碳排放强度相对于2005年降低40%到45%。然而,中国当前的能源利用效率普遍较低:从能源消费强度来看,来自《BP世界能源统计》的数据显示中国2011年的能源消费强度为2.31吨标准油每亿美元,是美国的1.53倍,欧盟的2.10倍,比日本高112.5%,以世界平均水平来计,中国仍存在32.76%的节能空间;从全要素能源效率的角度出发,魏楚和沈满洪^[1]对世界35个主要国家数据的研究发现中国的平均排名为第33位,Zhang等^[2]也发现中国的全要素能源效率在1980年到2005年的平均值为0.745,在23个发展中国家中排名位于第12位,其它文献也采用不同的能源效率指标的研究发现中国的能源利用效率处于相对较低的水平^[3-4]。因此,能源利用效率较低是导致中国能源消费量较大并且逐年增加的重要原因,所以深入分析中国全要素能源效率偏低的原因不仅是改善能源利用现状的重要议题,并且可以为能源供给安全和节能减排等相关政策的制定提供有效的依据。

二、文献综述

已有研究主要从经济增长、政府行为、效率构成等方面对能源利用效率的成因展开研究:

从经济增长的角度来看,一方面在发达的经济体内,落后的生产技术和生产方式会被淘汰,从而

收稿日期:2014-08-28;修回日期:2014-12-02

作者简介:盛鹏飞(1987—),男,河南许昌人,河南大学经济学院副教授,经济学博士,研究方向为能源经济与管理。

基金项目:本文受到国家自然科学基金项目“基于市场交易的天然气开采量与成本协调激励气价机制研究”(项目编号:71373297)的资助。

会导致包括能源在内的所有要素的生产技术的提高,另一方面能源仅仅是推动经济发展的一种要素,因而经济增长与能源效率之间并不存在一种确定的关系。Hu 和 Wang^[5] 首先发现中国的要素能源效率随着人均 GDP 的增长具有先增长后下降的现象; 并且 Zhang 等^[2] 进一步分析认为全要素能源效率与人均 GDP 之间存在显著的倒“U”型关系,从而全要素能源效率最终会随着经济的增长而得到改善; 史丹等^[6] 则采用能源效率指标来分析中国 1980~2005 年能源利用的情况, 结果发现经济增长与能源效率之间存在显著的相关关系, 但并没有得出倒“U”型关系的结论; 庞瑞芝^[7] 对中国工业行业全要素能源效率的研究发现倒“U”形曲线的存在; 张伟和吴文元^[8] 对中国长三角都市圈 1996 年到 2008 年的数据研究发现经济增长水平对地区全要素能源效率并没有显著的影响。此外, 经济发展过程中的其他因素如外商直接投资、产业结构、研发投入、交通运输、资源禀赋等也会对地区能源利用效率产生重要的影响^[9-14]。

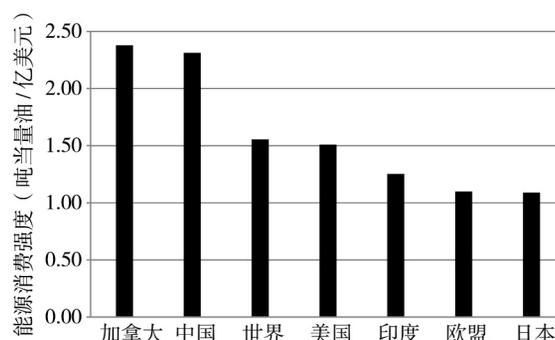


图 1 中国与世界主要国家和地区的能源消费强度(吨标准油/亿美元)对比

从政府行为角度出发, 政府会通过财政支出、产业布局以及产业组织政策来促进地区经济发展, 并对地区能源利用效率产生重要的影响。魏楚和沈满洪^[15] 的研究表明财政支出对能源效率有显著的负效应, 即财政支出每增加 1%, 能源效率将下降 0.18%; 师博和沈坤荣^[16] 发现能源禀赋相对丰裕的地区其全要素能源效率反而比较低, 而导致这一现象的重要原因则在于市场分割造成的地区间资源配置的扭曲阻碍了规模经济的形成; 王霄和屈小娥^[17] 对中国制造业 28 个行业 2001 年到 2007 年的全要素能源效率分析发现垄断程度较高行业的全要素能源效率较高; 陈德敏和张瑞^[18] 则从环境规制的角度对中国 2000 年到 2010 年的全要素能源效率进行研究发现环境法律规制强度对全要素能源效率有显著的负效应, 环境科技投入、环保机构人数和环境信访数等则会明显改善地区的全要素能源效率, 工业污染治理投资完成额对东部地区和西部地区的作用明显, 而“三同时”^② 执行环保投资额对西部地区的全要素能源效率有改善作用, 环评执行率和排污许可证对东部地区的影响显著为正; 段文斌和余泳泽^[19] 对中国 35 个工业行业的能源效率进行研究发现, 国有企业占比高对行业能源效率有显著的刺激作用。

从能源效率的构成出发, 王群伟和周德群^[20] 基于全要素生产率指标构建了全要素能源效率指标, 并应用 malmquist 指数分解方法分析发现效率提高比技术进步更有利于能源利用效率的改善; 魏楚和沈满洪^[1] 对世界 35 个主要国家的数据进行分析发现中国全要素能源利用水平较低主要源于较低的规模效率和配置效率; 屈小娥^[21] 对中国 1990 年到 2006 年 30 个省份的数据进行研究发现全要素能源效率高的省份主要受技术进步的影响, 而效率较低的省份主要是受纯技术效率和规模效率下降等的影响; 李春发等^[22] 发现天津市工业行业全要素能源效率的提高主要来自于技术进步。

由上可见, 已有文献对中国省际、工业部门、制造业部门以及省份内不同部门间等的能源利用效率的研究普遍认为中国的能源利用效率处于较低的水平, 但是对中国能源利用低效的解释却存在较多争议。因此本文从以下几个方面来展开研究: (1) 由于已有研究在测算能源效率时较少考虑价格因素, 并且劳动、能源、资本等要素的价格信息缺乏有效的统计资料, 因此本文通过构建要素的影子价格将价格引入到全要素能源非效率的分析框架, 并将全要素能源非效率进一步分解为配置无效和技术无效来考察全要素能源非效率的变化动因; (2) 在全要素能源非效率的分析框架之内, 利用 DEA 窗口分析方法, 本文分析了中国 1998 年到 2010 年 30 个省的全要素能源非效率的动态变化, 并揭示了配置无效和技术无效影响全要素能源非效率的动态变化; (3) 最后, 在已有研究的基础上, 利

用面板 Tobit 模型,本文进一步分析了环境规制、资源禀赋、产业结构、经济结构、外商直接投资、经济发展水平等因素对全要素能源非效率、技术无效和配置无效的影响。

三、全要素能源非效率分析框架

1. 全要素能源效率

有关能源效率的测度,不同的文献提出了不同的指标,魏一鸣和廖华^[23]将其总结为能源宏观效率、能源实物效率、能源物理效率、能源要素利用效率、能源要素配置效率、能源价值效率和能源经济效率等七大类。然而根据能源效率指标所包含要素的全面与否则可以将其分为单要素能源效率指标和全要素能源效率指标。

单要素能源效率主要是指能源强度^③指标,它一般采用地区能源消费量与地区国内生产总值的比值来反映能源利用状况的好坏,但是由于能源强度指标本身无法将其他投入如劳动、资本、科研等因素的影响剔除掉,从而不能描述能源利用的实际面貌,而且能源强度指标很容易受能源价格、产业结构、能源结构等因素的影响^[5],因此用能源强度指标来反映能源利用状况存在较大的偏差。

在单要素能源效率的基础上, Hu 和 Wang^[5]提出了全要素能源效率指标(Total-factor Energy Efficiency, TFEE),其利用在给定技术条件下最佳能源投入量与实际能源投入量之间的相对距离来描述能源利用效率,TFEE 不仅能够区分其他投入对产出的影响,而且可以反映能源和非能源投入之间的替代关系,从而能够精确地描述地区的能源利用效率的真实面貌。其一般的分析框架如下:

首先假设决策单元(Decision Making Unit, DMU)采用能源投入(E)和其他投入(X)来生产期望产出(Y),那么生产技术可以定义如下:

$$T = \{ (X, E, Y) \in R^l \} \quad (1)$$

生产技术 T 表示 X 和 E 可以生产 Y 。 T 应该满足: (1) 有界性(Boundness),表示在当前技术和投入约束下,期望产出的增加是有限的; (2) 强可处理性(Strong Disposable),即如果 $(X, E, Y) \in T$ 并且 $(X', E') \geq (X, E)$ (或者 $Y' \leq Y$) 那么有 $(X', E', Y) \in T$ (或者 $(X, E, Y') \in T$); (3) 凸性(Convexity),表示生产要素服从边际要素递减规律。

在生产技术 T 约束下,全要素能源效率可以被定义如下:

$$T_1 = \{ \sup \beta \{ X - \beta X, E - \beta E, Y \} \} \quad (2)$$

$$TFEE = 1 / (1 + \beta)$$

T_1 表示在当前技术条件下,能源投入和其他投入可以降低的最大份额,而 $TFEE$ 则表示全要素能源效率。

王兵等^[24]则是在当前技术给定条件下,尽可能同比例地提高产出和降低能源投入的情况下求解最优的能源投入量,并基于此来构造 $TFEE$ 指标:

$$T_2 = \{ \sup \beta \{ X - \beta E - \beta E, Y + \beta Y \} \} \quad (3)$$

$$TFEE = (1 - \beta)$$

陈德敏和张瑞^[18]通过在模型中引入能源投入变量来构造 $TFEE$ 指标:

$$T_3 = \{ \sup \beta \{ X - \beta X, E - \beta E, Y + \beta Y \} \} \quad (4)$$

$$TFEE = (1 - \beta)$$

不同于以上观点, T_3 是指在当前技术约束下,通过让产出尽可能增加,而能源投入和其他投入尽可能同比例降低的情况下寻找最优的能源投入量来构造 $TFEE$ 指标。

对于以上三种测度模型, T_1 、 T_2 和 T_3 都不能考虑能源要素与其他投入要素之间的替换关系,因此本文在以上三种模型的基础上提出非径向投入距离函数来刻画 $TFEE$ 的测量框架:

$$T^* = \{ \sup (W_1\beta_1 + W_2\beta_2) \{ X - \beta_1 X, E - \beta_2 E, Y \} \} \quad (5)$$

$$TFEE^* = (1 - \beta_2)$$

其中 T^* 表示在当前技术约束下, 能源投入和其他投入尽可能降低到最优的水平 β_1 表示其他投入要素可降低的份额 β_2 是指能源投入可以降低的份额, W_1 和 W_2 是其他投入和能源投入在优化过程中的权重。 $TFEE^*$ 表示全要素能源技术效率。

2. 全要素能源非效率及其分解

(1) 全要素能源非效率

相对于全要素能源效率, 全要素能源非效率具有更好的统计特征, 而且便于分解和比较, 因此本文采用全要素能源非效率来刻画能源的实际使用情况。

基于公式 (5) 我们可以定义全要素能源非效率如下:

$$TFEI = \beta_2 \tag{6}$$

$TFEI$ 表示全要素能源非效率, 是指在当前技术条件下, 能源投入可以降低的份额。不同于以往的研究, $TFEI$ 并不是一个介于 0 和 1 之间的数值, 而是一个小于 1 的数值, 当 $TFEI$ 等于 0 时表示实际能源投入量等于最佳能源投入量, 不存在节能的空间; 当 $TFEI$ 大于 0 时表示最佳能源投入量小于实际能源投入量; 当 $TFEI$ 小于 0 时, 表明最佳能源投入量大于实际能源投入量, 能源投入的增加可以进一步提高生产效率。

如图 2, 全要素能源非效率被分解为配置无效和技术无效, 即在当前技术和价格约束下, 能源投入量可以从 OE_3 降低到 OE_1 , 能源过度投入量为 E_3E_1 ; 而在要素投入组合不变条件下, 能源投入量则可以从 OE_3 降低到 OE_2 , 能源过度投入量为 E_2E_3 , 其可以称为技术无效; 在要素投入组合可变和投入总成本最小化的约束下, 能源投入量可以进一步降低到 OE_1 , 能源过度投入量为 E_1E_2 , 这是在能源要素与其他投入要素相互替代情况下可以降低的量, 因此可以称之为配置无效。

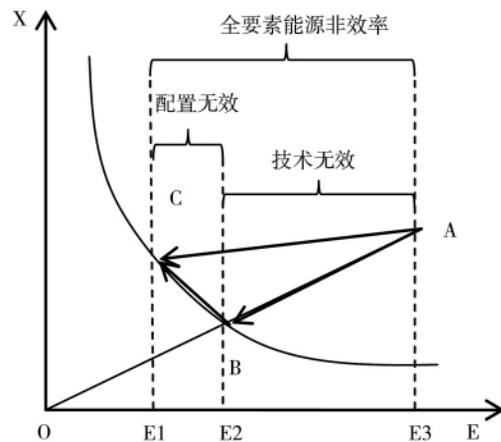


图 2 全要素能源非效率的分解

结合图 2, 可以将全要素能源非效率分解如下:

$$TFEI = \frac{OE_3 - OE_1}{OE_3} = \beta_2 = \underbrace{\frac{OE_3 - OE_2}{OE_3}}_{\text{技术无效}} + \underbrace{\frac{OE_2 - OE_1}{OE_3}}_{\text{配置无效}} \tag{7}$$

(2) 技术无效

本文选择 CRS-DEA 模型^[25] 来计算全要素能源非效率中的技术无效。首先, 我们假设总共有 N 个 DMU 在生产技术 T_1 约束下进行生产, 那么技术无效 ($TFETI$) 可以计算如下:

$$\begin{aligned} \max \theta_1 \\ \sum_{i=1}^N \lambda_i Y_i \geq Y_j; \quad \sum_{i=1}^N \lambda_i X_i \leq X_j - \theta_1 X_j; \end{aligned} \tag{8}$$

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^N \lambda_i E_i \leq E_j - \theta_1 E_j; \quad \sum_{i=1}^N \lambda_i = 1 \quad \lambda_i \geq 0 \\ TFETI = \theta_1 \end{aligned}$$

$$X^* = (1 - \theta_1) X \tag{9}$$

$$E^* = (1 - \theta_1) E$$

其中 E^* 为生产技术 T_1 约束下能源的最佳投入量, X^* 为生产技术 T_1 约束下其他投入要素的最

佳投入量。

(3) 配置无效

配置无效(*TFEAI*)是指在给定价格条件下投入成本最小时能源的投入量,因此本文在模型(8)的基础上建立如下的配置无效分析模型:

$$\begin{aligned} \min [PX_j(1-\theta_2)X_j + PE_j(1-\theta_3)E_j] \\ \sum_{i=1}^N \lambda_i Y_i \geq Y_j; \sum_{i=1}^N \lambda_i X_i^* \leq X_j^* - \theta_2 X_j^*; \\ \sum_{i=1}^N \lambda_i E_i^* \leq E_j^* - \theta_3 E_j^*; \sum_{i=1}^N \lambda_i = 1 \quad \lambda_i \geq 0 \end{aligned} \quad (10)$$

其中 PX_j 为第 j 地区其他投入的价格向量, PE_j 为第 j 地区能源投入的价格向量。

基于模型(10),魏楚和沈满洪^[1]构建了如下的指标来表征全要素能源配置效率:

$$TFEAIW = \frac{PX \times (1-\theta_2) X^* + PE \times (1-\theta_3) E^*}{PX \times X^* + PE \times E^*} \quad (11)$$

TFEAIW 可以从整个投入产出系统的角度来刻画投入要素的再配置对全要素能源效率的贡献,因此本文在 *TFEAIW* 的基础上进一步利用投入要素的再配置对能源投入的实际影响来表征全要素能源配置无效率(*TFEAI*, 式 12),其可以区分不同投入要素的变化对效率的影响,因而可以更为精确地描述在投入要素组合可变条件下能源要素的配置无效:

$$TFEAI = \frac{\theta_3 E^*}{E} \quad (12)$$

(4) 要素影子价格

在模型(10)的分析中,投入要素的价格是要素再配置的重要因素,然而由于要素投入如教育人力资本、健康人力资本等的价格是不可得的,并且随着要素利用效率的提高,要素价格也会上升^[26],因此本文采用非参数分析方法来构建投入要素的影子价格,并将效率变化对价格的影响考虑到分析框架之内。

首先,在模型(8)的基础上,我们建立如下的生产技术:

$$T_s = \{ (X^*, E^*, Y) \in R^I \} \quad (13)$$

T_s 表示在技术无效剔除之后, X^* 和 E^* 依然可以生产 Y 。

然后,我们在 T_s 的基础上来定义影子价格的分析框架:

$$PY + \Lambda \times \frac{\partial D(X^{**}, E^{**}, Y)}{\partial(Y)} \sigma_Y = 0 \quad (14)$$

$$-PX_i + \Lambda \times \frac{\partial D(X^{**}, E^{**}, Y)}{\partial(X_i^{**})} \sigma_{X_i} = 0 \quad (15)$$

$$-PE_i + \Lambda \times \frac{\partial D(X^{**}, E^{**}, Y)}{\partial(E_i^{**})} \sigma_{E_i} = 0 \quad (16)$$

$$D(X^*, E^*, Y) = 1 \quad (17)$$

PY 、 PX 和 PE 分别为产出、其他投入和能源投入的绝对影子价格(Absolute Shadow Price), σ_Y 、 σ_{X_i} 和 σ_{E_i} 分别为产出、其他投入和能源投入的无效率因子; $D(X^{**}, E^{**}, Y)$ 为有效路径上的距离函数; Λ 为对应约束函数的拉格朗日乘子; 式(17)表明生产单元处于生产前沿; 式(14)、(15)和(16)分别为产出、其他投入和能源投入的约束。

综合上述分析,我们可以得到投入要素的影子价格如下:

$$\frac{PX}{PY} = \frac{\partial D(X^{**}, E^{**}, Y) / \partial (X_i^{**})}{\partial D(X^{**}, E^{**}, Y) / \partial (Y)} \frac{\sigma_{X_i}}{\sigma_Y} \quad (19)$$

$$\frac{PE}{PY} = \frac{\partial D(X^{**}, E^{**}, Y) / \partial (X_i^{**})}{\partial D(X^{**}, E^{**}, Y) / \partial (Y)} \frac{\sigma_{E_i}}{\sigma_Y} \quad (20)$$

其中式(19)和式(20)分别表示其他投入和能源投入的相对影子价格,参照陈诗一^[27]的方法,令 $PY = 1$, 那么其他投入和能源投入的绝对影子价格可以计算如下:

$$PX = \frac{\partial D(X^{**}, E^{**}, Y) / \partial (X_i^{**})}{\partial D(X^{**}, E^{**}, Y) / \partial (Y)} \frac{\sigma_{X_i}}{\sigma_Y} \quad (21)$$

$$PE = \frac{\partial D(X^{**}, E^{**}, Y) / \partial (X_i^{**})}{\partial D(X^{**}, E^{**}, Y) / \partial (Y)} \frac{\sigma_{E_i}}{\sigma_Y} \quad (22)$$

为了获得其他投入和能源投入的影子价格信息,我们需要计算生产技术 T_s 下的距离函数(式23)和有效路径上的距离函数(式24):

$$\begin{aligned} \max \theta_4 \\ \sum_{i=1}^N \lambda_i Y_i \geq Y_j; \quad \sum_{i=1}^N \lambda_i X_i^* \leq (1 - \theta_4) X_j^*; \end{aligned} \quad (23)$$

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^N \lambda_i E_i^* \leq (1 - \theta_4) E_j^*; \quad \sum_{i=1}^N \lambda_i = 1 \quad \lambda_i \geq 0 \\ \max \theta_5 \\ \sum_{i=1}^N \lambda_i Y_i \geq Y_j; \quad \sum_{i=1}^N \lambda_i X_i^{**} \leq (1 - \theta_5) X_j^{**}; \end{aligned} \quad (24)$$

$$\sum_{i=1}^N \lambda_i E_i^{**} \leq (1 - \theta_5) E_j^{**}; \quad \sum_{i=1}^N \lambda_i = 1 \quad \lambda_i \geq 0$$

其中:

$$\begin{aligned} X_i^{**} &= (1 - \theta_4) X_i^* \\ E_i^{**} &= (1 - \theta_4) E_i^* \end{aligned}$$

四、方法与数据

1. DEA 窗口分析

数据包络分析方法(DEA) 是由 Charnes 等^[25]提出的用来评价多投入多产出决策单元效率的一种方法。然而一般的 DEA 方法有一定的缺陷:(1) 决策单元数至少是模型变量数的两倍;(2) 决策单元是同质的;(3) 不能直接用于面板数据的分析,而且依据截面 DEA 评价获得的效率值不能进行跨期比较。为了解决一般 DEA 的缺点,Charnes 等^[28]提出了 DEA 窗口分析法(DEA Windows Analysis) 其利用移动平均方法来考察决策单元的效率随时间的变动,这样一方面决策单元数的重复利用可以起到增加样本量的作用,另一方面将同一决策单元的不同时期作为不同决策单元,从而能够获得更加真实的效率评价。

DEA 窗口分析的具体方法如下:

假设有 N 个 DMU 的 T 个时期的截面数据,那么首先将数据分成若干个子面板数据,每个子面板数据包括 M 个时期,这样每一个子面板就构成了一个窗口,总共有 $T - M + 1$ 个窗口,然后利用子面板数据来构造前沿面并计算对应的距离函数。

$$\begin{aligned} W_1 &= (1 \ 2 \ \dots \ M) \\ W_2 &= (2 \ 3 \ \dots \ M + 1) \\ &\dots \end{aligned} \quad (25)$$

$$W_{T-M+1} = (T-M+1, T-M+2, \dots, T)$$

在 DEA 窗口分析过程中,窗口宽度和前沿剧烈变动是两个值得关注的问题。对于窗口宽度,为了保持不同 DMU 的同质性,窗口宽度应该尽可能的小,但是并没有充分的理论支持来定义窗口宽度^[29-30],所以大多数研究将窗口宽度定为 3 年^[31]。对于前沿剧烈变动,其主要来自于外部冲击对某一时点数据的影响,从而导致不同窗口同一时期下效率评价值的显著差异,所以大多文献通过剔除特异点来获得更为有效的评价值。

2. 数据

根据生产理论,每一个决策单元利用物质资本存量、人力资本存量和能源投入等要素来生产国内生产总值。本文采用中国 1998 年到 2010 年 30 个省的面板数据进行实证分析,总共包括 11 个窗口,所有的数据均来自《中国统计年鉴》、《中国固定资产投资年鉴》和《中国能源年鉴》,并且物质资本存量和国内生产总值都按照 1998 年的价格进行调整。

物质资本存量 本文采用张军等^[32]的方法来进行测量,并且所有的数据用 1998 年的价格来进行缩减。

能源投入量 已有研究大多采用地区一次能源终端消费量来衡量,但是忽略了二次能源产品在地区间的调配,从而会高估或者低估地区能源的实际投入量,因此本文在一次能源终端消费量的基础上,再将主要二次能源产品在地区间的调配考虑到能源消费量的计算中,从而获得更为精确的测量结果。

人力资本存量 从人力资本的构成出发,本文将地区人力资本存量分为劳动力存量、教育人力资本和健康人力资本等三部分:劳动力存量,是指无任何额外人力资本投资的人力资本存量,本文采用地区年底全社会从业劳动数和上一年年底全社会从业劳动数的平均值来衡量;教育人力资本,利用各地区劳动人口受教育总年数来衡量;健康人力资本,已有研究采用死亡率^[33]、医疗床位数^[34]、自评健康^[35]来衡量,限于数据的可得性,本文采用地区医疗总床位数来衡量。

产出 本文采用地区国内生产总值来进行测量,并将所有数据按照 1998 年的价格进行缩减。

所有变量的描述性统计如表 1:

表 1 变量描述性统计

变量	单位	平均值	最大值	最小值	标准差	标准离差率
劳动力	万人	2365.59	6401.90	254.84	1581.27	0.67
教育人力资本	十万年	1766.09	5006.61	113.04	1176.36	0.67
健康人力资本	万个	11.76	38.23	1.30	6.70	0.57
物质资本存量	亿元	6415.78	34518.67	348.27	5893.44	0.92
能源投入量	万吨标准煤	34807.77	409.26	8048.26	6083.63	0.76
地区国内生产总值	亿元	1191.63	3368.01	114.81	743.77	0.62

五、全要素能源非效率评价

1. 中国地区全要素能源非效率及其分解

以河北省为例,表 2 报告了其全要素能源非效率的窗口分析结果,其中每一列表示每一个 DMU 在不同窗口下的 TFEI,而每一行则表征了 TFEI 的时序变化特征。从中可以发现:同一时间在不同窗口下的 TFEI 并没有发生较大的变化,从而说明生产前沿并未发生剧烈的波动;从不同窗口下平均值的时序变化来看,河北省的 TFEI 在 1998 年到 2004 年之间有明显的增加,而 2005 年以后则显著下降。

对于全国层面和东中西部地区的全要素能源非效率,为保证测量的精确性,本文并没有采用区域内或者全国范围内所有省份的 TFEI 的平均值来表征地区全要素能源非效率水平,而是利用范围内所有省份的能源过度投入量与能源实际投入量的相对距离来刻画。图 3 描述了全国层面和东中

西部地区的 TFEI 的变化趋势: 以 1998 年到 2010 年的平均值来看, 全国层面的 TFEI 为 0.35, 东部地区为 0.29, 中部地区为 0.38, 西部地区为 0.52, 从而说明中国整体上能源利用效率较低, 存在较大的节能空间, 并且与已有研究^[5, 6, 10, 15]相比, 本文得出的全要素能源非效率较高, 这主要是因为以往研究并没有充分考虑影子价格因素对能源投入的影响, 而中国的能源价格水平相对于其他因素较低, 从而导致在生产过程中能源投入的粗放性较为明显; 从时间趋势来看, 全国层面和东西部地区的 TFEI 从 1998 年到 2010 年有明显的下降, 而中部地区的 TFEI 在样本期内则没有显著的改善, 结合师傅和沈坤荣^[18]的研究, 中部省份的能源使用大多属于高投入低效率或者高投入中效率, 并且由于其能源资源禀赋较为丰裕, 在一定程度上抑制了能源效率的提高; 从东中西部地区的平均水平来看, 东部地区的 TFEI 最低, 然而与 Hu 和 Wang^[5]的研究所不同的是中部地区的 TFEI 值明显小于西部地区, 这主要是因为在其中并没有考虑影子价格条件下投入要素再配置对能源利用效率的影响; 从区域间差距来看, 东中西部地区的全要素能源非效率存在较大的差距, 并且其差距从 1998 年到 2010 年期间进一步拉大, 其中东中部地区的差距从 -0.016 扩大到 -0.167, 东西部地区的差距则从 -0.179 扩大到 -0.248, 而中西部地区的差距则有微弱的下降, 这与史丹等^[6]的研究是一致的。

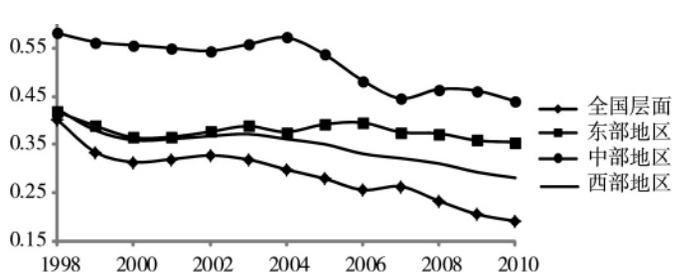


图 3 中国地区全要素能源非效率(1998~2010)

表 2 河北省 1998 年~2010 年全要素能源非效率窗口分析结果

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
W1	0.60	0.61	0.74										
W2		0.59	0.63	0.65									
W3			0.62	0.62	0.63								
W4				0.63	0.63	0.67							
W5					0.64	0.67	0.68						
W6						0.65	0.66	0.69					
W7							0.62	0.62	0.68				
W8								0.52	0.65	0.66			
W9									0.53	0.58	0.56		
W10										0.52	0.58	0.55	
W11											0.50	0.50	0.51
平均值	0.60	0.60	0.66	0.63	0.63	0.66	0.65	0.61	0.62	0.59	0.55	0.53	0.51

为了进一步探析全要素能源非效率的来源, 图 4 报告了全国层面和东中西部地区的 TFEI 的构成变化。在样本期初, 配置无效对 TFEI 的贡献最大, 以 1998 年的水平来看, 全国层面的 TFEI 有 79.07% 来自于配置无效, 东部地区配置无效对 TFEI 的贡献高达 81.25%, 中部地区的 TFEI 有 83.26% 来自

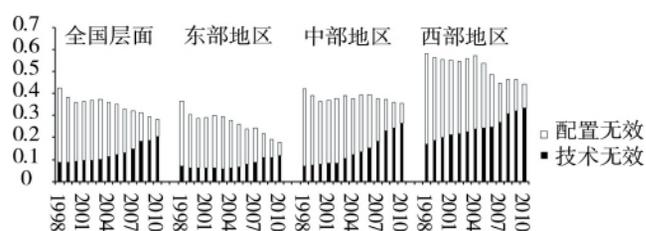


图 4 中国地区全要素能源非效率的分解

于配置无效, 而西部地区的配置无效对 TFEI 的贡献也达到了 70.63%。从时序变化来看, 无论是全国层面, 还是分地区层面, 能源利用中的配置无效逐年下降, 其中全国层面的配置无效从 1998 年的 0.3349 降低到 2010 年的 0.0788, 东部地区从 0.2952 降低到 0.0619, 中部地区从 0.3481 降低到 0.0912, 西部地区从 0.4103 降低到 0.104; 而能源利用中技术无效在不断增加, 其中全国层面增加了 0.1138、东部地区增加了 0.0483、中部地区增加了 0.1942、西部地区增加了 0.1648。最后, 在魏楚和

沈满洪^[1]的研究中中国能源效率利用较低的主要来源在于较低的配置效率和较低的规模效率,而本文的研究则进一步发现配置无效对中国能源利用效率的影响从1998年到2010年逐年降低,而且技术无效对能源利用效率的贡献逐渐超过配置无效。

2. 中国地区全要素能源非效率的来源

(1) 模型设定

前文研究表明从1998年到2010年中国全要素能源非效率有较大幅度的降低,但是仍处于较低的水平,并且逐年恶化的技术无效已成为中国未来的能源效率提高的障碍。因此本部分在此基础上进一步从环境管制^[13,18]、市场化程度^[16]、产业结构^[15]、经济发展水平^[6]、能源资源禀赋、经济结构、对外开放度^[8]等角度出发,利用面板Tobit计量模型来进一步探析导致中国能源利用效率较低的原因。

$$TFEI_{it} = C_{it} + \beta_1 EG_{it} + \beta_2 IS_{it} + \beta_3 M_{it} + \beta_4 EE_{it} + \beta_5 G_{it} + \beta_6 G_{it} \times G_{it} + \beta_7 FDI_{it} + \beta_8 KL_{it} + \varepsilon_{it} \quad (26)$$

$$TFETI_{it} = C_{it} + \beta_1 EG_{it} + \beta_2 IS_{it} + \beta_3 M_{it} + \beta_4 EE_{it} + \beta_5 G_{it} + \beta_6 G_{it} \times G_{it} + \beta_7 FDI_{it} + \beta_8 KL_{it} + \varepsilon_{it} \quad (27)$$

$$TFEAI_{it} = C_{it} + \beta_1 EG_{it} + \beta_2 IS_{it} + \beta_3 M_{it} + \beta_4 EE_{it} + \beta_5 G_{it} + \beta_6 G_{it} \times G_{it} + \beta_7 FDI_{it} + \beta_8 KL_{it} + \varepsilon_{it} \quad (28)$$

其中TFEI为全要素能源非效率;TFETI为技术无效;TFEAI为配置无效;EG为环境规制强度,本文采用工业二氧化硫去除率来进行描述;IS为产业结构,相对于第一产业和第三产业,第二产业尤其是工业的发展对能源投入的依赖性更强,其能源强度较高^[36],因此本文采用工业增加值占地区生产总值的比重来进行刻画;M为市场化进程,本文用樊纲等^[37]构造的要素市场发育程度指标来表述;EE为能源资源禀赋,参照已有研究本文用地区能源生产量与消费量的比重来表述;G为经济发展水平,本文采用以1998年为基期的劳均地区生产总值来进行表述;FDI为对外开放度,本文用FDI存量占地区物质资本存量的比重来表示,其中FDI存量采用1978年到2010年的数据和永续盘存法的方法来计算;最后,为了保证实证结果的稳健性,本文将东部地区虚拟变量(DB)和中部地区虚拟变量(ZB)引入到模型中来进一步进行稳健性检验。

(2) 模型估计结果

表3 模型估计结果

表3报告了Tobit模型的稳健(Robust)估计结果,从中可以发现:

环境规制变量 环境规制对全要素能源非效率的影响显著为负,已有研究表明考虑环境污染因素之后全要素能源效率有明显的下降^[8],从而在环境规制加强之后,会对能源投入产生较强的“倒逼机制”^[18],并促进生产单元通过技术创新和要素再配置来提高能源利用效率。然而,本文的研究则进一步发现环境规制对配置无效有显著的改善,但是对于技术无效则没有明显的影响,从而说明环境规制对全要素能源非效率的改善并不是来自对生产单元形成

	TFEI			TFETI		TFEAI	
	模型(1)	模型(2)	模型(3)	模型(4)	模型(5)	模型(6)	模型(7)
EG	-0.215*** (0.044)	-0.213*** (0.043)	-0.119*** (0.043)	0.073 (0.067)	0.104 (0.220)	-0.286*** (0.047)	-0.222*** (0.049)
IS	0.054 (0.110)	0.176 (0.120)	0.004 (0.107)	-0.009 (0.061)	0.006 (0.067)	0.066*** (0.013)	0.047*** (0.010)
KL	0.031*** (0.005)	0.034*** (0.005)	0.026*** (0.004)	0.016** (0.003)	0.014*** (0.004)	0.015*** (0.005)	0.011** (0.005)
M	-0.023*** (0.005)	-0.023*** (0.005)	-0.033*** (0.005)	0.004 (0.003)	0.002 (0.004)	-0.027*** (0.005)	-0.034*** (0.005)
EE	0.057*** (0.011)	0.053*** (0.011)	0.078*** (0.012)	0.045*** (0.006)	0.048*** (0.006)	0.012 (0.085)	0.031 (0.073)
G	-0.092*** (0.015)	-0.132*** (0.024)	-0.071*** (0.014)	-0.056*** (0.011)	-0.048*** (0.011)	-0.036 (0.104)	-0.024 (0.016)
G*G		0.003 (0.028)					
FDI	-1.004*** (0.123)	-0.905*** (0.129)	-1.158*** (0.130)	-0.456*** (0.011)	-0.411*** (0.073)	-0.545*** (0.114)	-0.745*** (0.119)
DB			0.032 (0.026)		-0.023 (0.019)		0.056** (0.027)
ZB			-0.126*** (0.019)		-0.047*** (0.011)		-0.079*** (0.021)
C	0.590*** (0.040)	0.593*** (0.041)	0.628*** (0.040)	0.131*** (0.023)	0.135*** (0.025)	0.456*** (0.040)	0.491*** (0.040)

注:***、**、* 分别表示统计量在1%、5%和10%水平上显著;括号内为稳健标准差。

技术创新上的“倒逼机制”,而主要是通过要素的再配置来实现的。

产业结构变量 产业结构对 TFEI 和 TFETI 并没有明显的影响,而与 TFEAI 的系数则显著为负。工业产业属于能源消费较高的行业,其比重的增加会降低能源的使用效率^[11,13,15],然而工业产业的能耗强度较高,但是产业结构变化的本质在于生产要素在产业间的流转,因此产业结构对能源利用效率的损害主要来自于其对能源要素再配置的影响。

经济结构 在 2000 年之后,中国进入了新的重工业化时代,重工业总产值占工业总产值的比重从 2002 年的 60.9% 增加到 2006 年的 69.5%。从一般意义上来讲,经济结构重型化意味着经济发展过程中存在显著的技术进步,从而能够促进包括能源利用技术在内的生产技术的提高,同时重型化会促使资本去替代能源、劳动等其他投入要素,从而改善能源的配置效率。然而本文的研究则有明显的不同,经济结构重型化显著恶化了全要素能源非效率,并且对技术无效和配置无效也有明显负效应,这与既有研究^[13,15]的观点一致,这是因为中国在 2000 年之后的经济结构重型化主要是粗放型的重型化,劳均物质资本的提高并不是来源于技术进步,而是来源于经济发展过程中的区域间的竞争^[38],从而不能起到替代劳动、能源等投入要素的效用,并不能改善能源投入的配置无效,同时粗放的发展模式也进一步增加了能源投入中的技术无效。

市场化进程 二十世纪九十年代以来,中国的市场化进程有了飞速的发展,而且要素市场发育程度也有了较大程度的改善^[36]。市场化的推进一方面打破了原有的市场分割,促进了要素的再配置,有利于能源利用效率的提高;另一方面市场化进程也会促进地区间技术交流,有利于地区技术无效的改善。结合本文的研究结果,中国过去三十年的市场化进程有力地改善了能源要素的配置无效,提高了全要素能源效率,但是对能源要素的技术无效却没有明显的影响,这说明中国当前要素市场发育程度的提高并没有为地区间技术交流提供有效的平台,而随着要素市场的逐渐成熟,其对技术进步的影响才有可能变得明显。

能源资源禀赋 能源资源禀赋对 TFEI 和 TFETI 的影响显著为正,而对 TFEAI 的影响则不显著,说明能源资源禀赋对能源利用效率有一定程度的损害,并且其主要通过激化能源投入中的技术无效来实现的。从全要素能源非效率的构成来看,能源资源禀赋丰裕的中西部地区的技术无效明显大于东部地区;从能源投入模式来看,能源资源禀赋相对丰裕的地区,其能源投入的价格水平较低,能源投入的粗放型更加明显,从而导致能源投入的技术无效水平偏高;从要素配置来看,较高的能源资源禀赋会促使能源来替代劳动、资本等投入要素,从而对能源投入的配置产生负效应,然而研究结果并不支持这一观点,这是因为中国的要素市场化还处于较低的水平,市场分割造成资源配置的扭曲抑制了能源资源禀赋对能源投入的配置效应^[16]。

经济发展水平 地区经济发展水平的提高对全要素能源非效率有明显的改善,但是由于经济水平的二次项并不显著,从而拒绝了关于经济发展与能源效率之间存在倒“U”型关系的结论^[5],并且地区经济发展水平对技术无效有显著的改善效用,而对配置无效的影响则不显著,从而进一步说明经济发展水平对能源利用效率的正效应主要源于经济发展带来的技术进步而不是配置优化。

对外开放度 对外开放度一方面降低了地区能源投入的技术无效,说明在对外开放过程中中国并没有沦为 FDI 的“环境避难所”,相反却吸收到了有效的正“技术溢出”;另一方面能源投入的配置无效也得到了较大程度的改善,这是因为 FDI 具有较大的示范竞争效应,并且在“技术溢出”作用下进一步优化地区的资源要素的比较优势,从而促使地区资源配置朝向更为合理的方向发展,并推动了其能源投入配置无效的降低。

最后,本文通过在模型(3)、(5)和(7)中加入东部地区和中部地区等两个地区虚拟变量来讨论面板 Tobit 回归分析的稳健性。通过表 3 可以发现,在加入地区虚拟变量之后,变量的系数和显著性均没有发生明显的变化,从而说明本文的实证结果是稳健有效的。

六、结论与对策建议

运用生产要素的影子价格,本文构建了全要素能源非效率的分解框架,然后利用 DEA 窗口分析方法来测算中国 1998 年到 2010 年省级能源利用效率,并采用面板 Tobit 模型来探讨中国能源利用效率偏低的原因。

本文将影子价格考虑到全要素能源非效率的分析框架中,将全要素能源非效率分解为配置无效和技术无效,然后对中国的省级面板数据进行实证研究发现:全国层面和东西部省份的全要素能源非效率从 1998 年到 2010 年有明显的改善,而中部地区的 TFEI 则没有明显的降低,但是从整体上来看,中国省际能源利用效率普遍较低;通过对 TFEI 的分解进一步发现中国全要素能源非效率的改善主要来自于快速下降的配置无效,但技术无效在样本期间则持续恶化,并成为阻碍其整体能源效率提高的重要原因;环境管制、市场化和经济水平的提高是中国全要素能源非效率下降的重要原因,而经济结构重型化、能源资源禀赋和工业产业占比较高则阻碍了中国能源利用效率的提高;能源投入中技术无效的持续恶化主要归结于经济结构重型化和较为丰腴的能源资源禀赋,而经济水平的提高和对外开放度带来的整体上的技术进步则对能源投入的技术无效有明显的改善;能源投入中配置无效的改善是中国过去二十年间市场化进程加速、对外开放度增强和环境管制加强的结果,但是产业结构的变化则促使了能源要素更多地投入到能耗强度较高的工业产业,从而不利于配置无效的改善。

节能减排是中国经济发展过程中面临的新问题和新考验,而提高能源利用效率则是重要的途径,本文的研究结论表明:中国当前的市场化程度,尤其是要素市场的发育程度还处于较低的水平,从而导致市场分割下要素配置的扭曲,因此加快市场化改革,实现能源市场价格反应能源的真实经济价值,提高市场配置资源的比重,强化政府对能源资源配置的监管是改善中国当前能源效率偏低的重要因素;能源的低效率投入是导致环境问题的重要环节,因此加强环境管制,让环境规制形成对能源投入的倒逼机制来提高能源利用效率;工业经济的发展是中国经济近年来快速发展的重要动力,然而中国工业经济主要对能源投入的依赖性较强,在能源技术创新、能源效率提升和能源边际生产力提高等方面则处于较低的水平,所以转变工业发展模式,实现工业的“又好又快发展”是降低中国能源利用效率偏低的重要途径。

参考文献:

- [1]魏楚,沈满洪.规模效率与配置效率:一个对中国能源低效的解释[J].世界经济,2009(4):84—96.
- [2]Zhang, X. P., et al., 2011, “Total-factor Energy Efficiency in Developing Countries”, *Energy Policy*, 39: 644—650.
- [3]蒋金荷.提高能源效率与经济结构调整的策略分析[J].数量经济技术经济研究,2004(10):16—23.
- [4]王庆一.中国的能源效率及国际比较[J].节能与环保,2005(6):10—13.
- [5]Hu, J. L. and Wang, S. C., 2006, “Total-factor Energy Efficiency of Regions in China”, *Energy Policy*, 34: 3206—3217.
- [6]史丹,吴利学等.中国能源效率地区差异及其成因研究——基于随机前沿生产函数的方差分析[J].管理世界,2008(2):35—43.
- [7]庞瑞芝.经济转型期中国工业增长与全要素能源效率[J].中国工业经济,2009(3):49—58.
- [8]张伟,吴文元.基于环境绩效的长三角都市圈全要素能源效率研究[J].经济研究,2011(10):95—109.
- [9]Chen, Z. C. and Lin, Z. S., 2006, “Multiple Timescale Analysis and Factor Analysis of Energy Ecological Footprint Growth in China 1953 ~ 2006”, *Energy Policy*, 36: 1666—1678.
- [10]袁晓玲,张宝山,杨万平.基于环境污染的中国全要素能源效率研究[J].中国工业经济,2009(2):76—86.
- [11]汪克亮,杨宝臣,杨力.考虑环境效应的中国省际全要素能源效率研究[J].管理科学,2010(6):100—111.
- [12]李治,李国平.中国城市能源效率差异特征及影响因素分析[J].经济理论与经济管理,2010(7):17—23.

- [13]王兵,张技辉,张华. 环境约束下中国省际全要素能源效率实证研究[J]. 经济评论, 2011(4): 31—43.
- [14]盛鹏飞,杨俊. 中国能源影子价格的区域异质与收敛——基于非参数投入距离函数的估计[J]. 产业经济研究, 2014(1): 70—80.
- [15]魏楚,沈满洪. 能源效率及其影响因素: 基于 DEA 的实证分析[J]. 管理世界, 2007(8): 66—76.
- [16]师博,沈坤荣. 市场分割下中国全要素能源效率: 基于超效率 DEA 方法的经验分析[J]. 世界经济, 2008(9): 49—59.
- [17]王霄,屈小娥. 中国制造业全要素能源效率研究——基于制造业 28 个行业的实证分析[J]. 当代经济科学, 2010(2): 20—25.
- [18]陈德敏,张瑞. 环境规制对中国全要素能源效率的影响——基于省际面板数据的实证检验[J]. 经济科学, 2012(4): 49—65.
- [19]段文斌,余泳泽. 全要素生产率增长有利于提升我国能源效率吗? ——基于 35 个工业行业面板数据的实证研究[J]. 产业经济研究, 2011(4): 78—88.
- [20]王群伟,周德群. 中国全要素能源效率变动的实证研究[J]. 系统工程, 2008(7): 74—80.
- [21]屈小娥. 中国省际全要素能源效率变动分解——基于 Malmquist 指数的实证研究[J]. 数量经济技术经济研究, 2009(8): 29—43.
- [22]李春发,谭洪玲,等. 天津市工业行业全要素能源效率变动的影响因素分析[J]. 中国人口资源与环境, 2012(4): 156—162.
- [23]魏一鸣,廖华. 能源效率的七类测度指标及其测度方法[J]. 中国软科学, 2010(1): 128—137.
- [24]王兵,吴廷瑞,颜鹏飞. 环境管制与全要素生产率增长: APEC 的实证研究[J]. 经济研究, 2008(5): 19—32.
- [25]Charnes, A., W. W. Cooper, E. Rhodes, 1978, “Measuring the Efficiency of Decision Making Units”, *European Journal of Operational Research*, 6(2): 429—444.
- [26]Lee, J. D., et al., 2002, “Estimation of the Shadow Prices of Pollutants with Production/Environment Inefficiency Taken into Account: A Nonparametric Directional Distance Function Approach”, *Journal of Environmental Management*, 64(4): 365—375.
- [27]陈诗一. 工业二氧化碳的影子价格: 参数化非参数化方法[J]. 世界经济, 2010(8): 93—111.
- [28]Charnes, A., W. Cooper, and B. Golany, et al., 1985, “Foundations of Data Envelopment Analysis for Pareto-Koopmans Efficient Empirical Production Functions”, *Journal of Econometrics*, 30(1): 91—107.
- [29]Tulkens, H. and Eeckaut, P. V., 1995, “Non-parametric Efficiency, Progress and Regress Measures for Panel: Methodological Aspects”, *European Journal of Operational Research*, 80(3): 474—499.
- [30]Asmild, M., Paradi, J. C. and Aggarwall, V., et al., 2004, “Combining DEA Window Analysis with the Malmquist Index Approach in A Study of the Canadian Banking Industry”, *Journal of Productivity Analysis*, 21: 67—78.
- [31]Sufian, F., 2007, “Benchmarking the Efficiency of the Korean Banking Sector: A DEA Approach”, *Benchmarking: An International Journal*, 18(1): 107—127.
- [32]张军,吴桂英,张吉鹏. 中国省级物质资本存量估计: 1952 ~ 2000 [J]. 经济研究, 2004(10): 35—44.
- [33]陈浩. 卫生投入对中国健康人力资本及经济增长影响的结构分析[J]. 中国人口科学, 2010(2): 92—100.
- [34]王弟海,龚六堂,李宏毅. 健康人力资本、健康投资和经济增长——以中国跨省数据为例[J]. 管理世界, 2008(3): 27—39.
- [35]刘国恩, William H. Dow, 等. 中国的健康人力资本与收入增长[J]. 经济学(季刊), 2004(1): 101—118.
- [36]Zhang Chuanguo, Yan Lin, 2012, “Panel Estimation for Urbanization, Energy Consumption and CO₂ Emissions: A Regional Analysis in China”, *Energy Policy*, 49: 488—498.
- [37]樊纲,王小鲁,马光荣. 中国市场化进程对经济增长的贡献[J]. 经济研究, 2011(9): 4—16.
- [38]林毅夫,刘培林. 地方保护和市场分割: 从发展的角度考察[C]. 北京大学中国经济研究中心讨论稿, 2004, No. C2004015.

(下转第 60 页)

- ⑧鉴于云南省的效率值出现异常,故在之后的分析中撤去云南。猜测可能是统计口径的不一或者有其他重要因素影响了云南的效率值水平。
- ⑨为方便起见,在接下去的内容中均用“效率”代替“商贸流通效率”一词。
- ⑩东部地区包括北京、天津、河北、辽宁、上海、江苏、浙江、福建、山东、广东和海南等 11 个省市;中部地区包括山西、吉林、黑龙江、安徽、江西、河南、湖北、湖南等 8 省;西部地区包括贵州、西藏、陕西、甘肃、宁夏、青海、新疆、广西和内蒙等 9 个省市。
- ⑪超效率值大于 1 认为该单元是效率有效的。
- ⑫鉴于该指数数据只更新到 2009 年,故用前面五年的平均增长速度估算了 2010 年的数据。
- ⑬各类检验结果同上,伴随概率都显著拒绝原假设,故在接下来的回归中省去模型的检验结果。

(责任编辑:千山)

China's Regional Commerce Circulation Efficiency Measure and Influencing Factors

Chen Yufeng Zhang Wubin

(School of Economics, Zhejiang Gongshang University, Hangzhou 310018, China)

Abstract: Using the super efficiency DEA method, this paper estimates the circulation efficiency of China's 29 provinces, thereby analyzes the trend and influences of its evolution. The result demonstrates that the circulation efficiency of national's three major regions fluctuate but in a consistent way. It is indicated that the circulation efficiency of eastern region is the highest while the central and western ones are relatively low and similar. Further empirical research reveals that the degree of openness as well as the urbanization level have significantly positive effects on the efficiency while the capital stock and the proportion of government spending negative.

Key words: commerce and trade circulation efficiency; super efficiency DEA; influencing factors; current demand; economic structure

(上接第 20 页)

注释:

- ①能源自给率 = 能源生产总量 / 能源消费总量。根据《中国能源统计年鉴》,中国 1992 年能源自给率为 98.2%,首次降低到 100% 以下,而 2010 年中国的能源自给率则降低到 91.4%。
- ②“三同时”制度是指根据《中华人民共和国环境保护法》第 41 条的规定,建设项目中防止污染的设施必须与主体工程同时设计、同时施工和同时投产使用。
- ③能源强度指标的倒数即为能源效率指标。

(责任编辑:禾日)

The Explanation for the Low Energy Efficiency of China: Allocation Inefficiency or Technology Inefficiency

Sheng Pengfei

(School of Economics, Henan University, Kaifeng 475004, China)

Abstract: As for the Low efficiency of energy input in China, the paper builds the framework of total-factor energy inefficiency (TFEI) including inputs' shadow price, and the panel tobit model is used to explain the very reason. The calculation of TFEI shows that: China's TFEI has been improving from 1998 to 2010 which mainly results from the declining of the allocation inefficiency, however, the degradation of the technology inefficiency causes huge resistance for the improvement of TFEI. Further, the panel tobit model reveals that the improvement of TFEI are mainly from the strength of environmental regulation and the acceleration of marketization and the increasing economics, but the heavier economic structure and the energy endowment and the more proportion of the second industry have been stopping the declination of TFEI.

Key words: shadow price; energy efficiency; allocation inefficiency; technology inefficiency; decomposition of inefficiency