

# Industrial Structure, Government Influence and Energy Efficiency—An Empirical Analysis Based on 18 Cities in Henan Province

Huifang Yang<sup>1</sup>, Jin Zhang<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Henan University of Economics and Law, Zhengzhou Henan

<sup>2</sup>Xinlian College, Henan Normal University, Zhengzhou Henan

Email: 1339512425@qq.com

Received: Jun. 25<sup>th</sup>, 2016; accepted: Jul. 11<sup>th</sup>, 2016; published: Jul. 14<sup>th</sup>, 2016

Copyright © 2016 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

---

## Abstract

Based on the non-parametric data envelopment analysis DEA model, through the construction of energy efficiency of the input-output index system, the paper uses the panel data of 18 cities in Henan Province to evaluate the energy efficiency of 2007-2013, and then analyzes the influencing factors of energy efficiency in Henan Province. Research results show that: The energy efficiency of various cities in Henan Province has been declining in the sample period; the industrial structure and system factors have positive impact on the energy efficiency; while the proportion of coal in the energy consumption structure is too high; the government over intervention in the economy will have a negative impact on energy efficiency. Therefore, the level cities should change the economic development mode, adjust the industrial structure, and optimize the allocation of resources, so as to improve the overall energy efficiency of Henan Province.

## Keywords

DEA, Energy Efficiency, Influential Factors

---

# 产业结构、政府影响与能源效率——基于河南省18个地市的实证分析

杨慧芳<sup>1</sup>, 张瑾<sup>2</sup>

<sup>1</sup>河南财经政法大学, 河南 郑州

<sup>2</sup>河南师范大学新联学院, 河南 郑州

Email: 1339512425@qq.com

收稿日期: 2016年6月25日; 录用日期: 2016年7月11日; 发布日期: 2016年7月14日

## 摘要

本文基于非参数数据包络分析DEA模型, 通过构造能源效率的投入产出指标体系, 利用河南省18个市的面板数据, 对2007~2013年的全要素能源效率进行评价, 在此基础上利用回归模型对影响河南省能源效率的因素进行实证分析。研究表明: 河南省各市的能源效率在样本期内出现了先下降后上升的发展趋势, 产业结构和制度因素对能源效率有正的影响, 而能源消费结构中煤炭比重过高、政府过度干预经济则对能源效率起到负面的影响。因此, 各地级市要根据经济发展的特点, 转变经济发展方式, 调整产业结构, 优化资源配置, 从而提高河南省整体的能源效率。

## 关键词

DEA, 能源效率, 影响因素

## 1. 引言

伴随着宏观经济的飞速发展, 河南省的经济也发生了突飞猛进的变化, GDP 从 1978 年的 162.92 亿元跃升至 2013 年的 32191.30 亿元, 使河南省成为 GDP 全国排名前五的省份之一, 年增长率达到 9%, 高于同期国家经济增长率 7.7%。而能源是经济增长不可缺少的投入要素, 是经济持续快速增长的主要动力支持。随着社会现代化和工业化进程的不断加快, 能源的需求也愈来愈大, 而能源的过度消耗所带来的资源耗竭和环境问题也日益加剧, 能源问题已成为制约经济增长和社会发展的重要因素。河南省作为中部崛起的主要导向省之一, 在推进中原经济区建设、加快中原崛起和河南振兴的进程中, 面临着转变经济发展方式、推进绿色低碳发展的新的经济形态, 河南省是典型的“富煤少油”大省、能源需求大省, 2013 年河南省能源消费量为 24756 万吨标准煤, 位居全国第五。能源禀赋条件和相对较高的石油价格决定了河南省一次能源消费结构是以煤炭为主, 这种单一的能源消费结构, 必然导致能源效率的降低, 而且煤的高碳含量也会对环境造成很大的污染, 面对经济可持续发展中能源需求和环境污染的双重压力, 提高能源效率、推进低碳发展是解决问题的关键。为此, 本文旨在研究河南省的能源效率及其影响因素, 以便有针对性的制定科学合理的节能降耗政策, 使得河南省的能源-经济-环境(3E)问题得到有效改善。

## 2. 文献综述

研究能源效率及其影响因素的方法有单要素能源效率方法和全要素能源效率方法, 后者又包括非参数方法和参数方法。非参数数据包络分析方法是全要素能源效率方法中一个典型的非参数方法, 由于该研究方法的诸多优点, 目前被大多数学者所采用。张志辉[1]应用 Bootstrap 纠正的共同前沿 DEA 方法, 测算 2000~2012 年的中国区域能源效率, 结果发现经济发展水平、政府干预、城市化、产业结构、产权结构、资本深化、经济开放、能源结构和能源价格对能源效率均有显著影响, 但不同地区其影响机制存在差异。刘洪、陈小霞[2]运用全要素生产函数理论方法(DEA)测算了中部 6 省 1998~2008 年的能源效率,

认为 R&D 投入、能源价格对中部地区能源效率有显著的积极作用, 而第二产业比重增加会抑制能源效率的改进, 能源消费结构和产权结构的影响作用则不显著。刘剑锋、黄敏[3]依据浙江省能源资源利用现状, 建立多元线性回归模型, 采用逐步回归法对能源效率影响因素进行分析, 结果发现技术进步的影响并不显著, 价格指数、对外贸易和产业结构是能源效率的显著影响因素。李国璋、霍宗杰[4]基于跨期数据, 运用数据包络方法对各个省份、三大区域及全国全要素能源效率进行了比较, 最后认为产业结构、国有经济比重、政府影响力、能源禀赋和消费结构对能源效率有负向影响, 开放程度和价格对能源效率有正向影响。周睿[5]利用 DEA-Censored Data 模型测度了 1980~2008 年中国能源效率, 在分析能源效率的因素时发现在规模效应不变的条件下, 能源结构、所有制结构、产业结构、市场开放程度、税收负担和技术进步对中国能源效率的变化影响具有负效应, 而在规模效应可变的条件下, 仅有技术进步和税收负担对中国能源效率有着显著的负面影响。

基于已有文献发现, 不同地区资源禀赋以及经济发展水平的良莠不齐导致能源利用状况存在一定的差异, 能源效率影响因素的显著性和相关性也呈现一定的空间异质性。本文借鉴已有的研究成果, 拟采用数据包络分析法测算河南省 18 个地市 2007~2013 年的全要素能源效率, 并在此基础上分析不同影响因素对能源效率的影响程度。

### 3. 能源效率的测算

#### 3.1. 研究方法

数据包络分析法(DEA)是一种评价多投入多产出问题的非参数方法, 由美国著名运筹学家 A.Charnes 和 W.W.Cooper 等人于 1978 年提出的评价具有多个输入和多个输出的决策单元(DMU)相对有效性的方法。由于不需要预先估计参数, 因此, 在避免主观因素和简化运算、减少误差等方面有着不可低估的优越性, 本文采用投入导向型的 CCR 模型进行全要素能源效率的衡量。

假设有  $n$  个决策单元, 每个决策单元都有  $m$  种输入和  $s$  种输出, 相应的向量分别为:  $X_j = (X_{1j}, X_{2j}, \dots, X_{mj})^T > 0$ ,  $Y_j = (Y_{1j}, Y_{2j}, \dots, Y_{sj})^T > 0$ , 权系数分别为  $V_j = (V_1, V_2, \dots, V_m)$ ,  $U_r = (U_1, U_2, \dots, U_s)$ , 其中,  $X_{1j}, Y_{rj}, V_i, U_r > 0$ ,  $r = 1, 2, \dots, s$ ,  $i = 1, 2, \dots, m$ ,  $j = 1, 2, \dots, n$ 。对于第  $j$  个 DMU 有相应的效率评价指数  $h_j = \frac{u^T Y_j}{v^T X_j}$ 。我们总可以适当地选取权系数  $v$  及  $u$ , 使其满足  $h_j \leq 1$ , 评价  $DMU_{j_0}$  的最优化 CCR 模型为:

$$\begin{aligned} \max \quad & \frac{u^T y_0}{v^T X_0} = h_{j_0}^* \\ \text{s.t.} \quad & \begin{cases} \frac{u^T Y_j}{v^T X_j} \leq 1, j = 1, 2, \dots, n \\ v = (v_1, v_2, \dots, v_m)^T \geq 0 \\ u = (u_1, u_2, \dots, u_s)^T \geq 0 \end{cases} \end{aligned}$$

其中, 第  $j_0$  个决策单元  $DMU_{j_0}$  的输入、输出数据向量记为  $X_0 = X_{j_0}$ ,  $Y_0 = Y_{j_0}$ 。利用 Charnes-Cooper 变换和对偶规划理论, 在上式中引入松弛变量可将其转化为一个等价的线性规划问题:

$$\min \left[ \theta - \varepsilon (\hat{e}^T s^- + e^T s^+) \right]$$

$$\text{s.t.} \begin{cases} \sum_{j=1}^n X_j \lambda_j + s^- = \theta x_0 \\ \sum_{j=1}^n Y_j \lambda_j - s^+ = Y_0 \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \\ \lambda_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, n \\ s^- \geq 0, s^+ \geq 0 \end{cases}$$

上式中  $X_j$ 、 $Y_j$  分别为决策单元  $DMU_j$  的投入和产出要素集,  $j$  表示通过现行组合构造一个有效的  $DMU_j$  时, 第  $j$  个决策单元的组合比例。  $\theta$  表示  $DMU_j$  离有效前沿面的径向优化量或“距离”, 具体在本文中 表示能源的综合相对效率, 越趋于 1 代表发展的越合理。  $s^-$  与  $s^+$  为松弛变量, 非零的  $s^-$  与  $s^+$  使无效  $DMU_j$  沿水平或垂直方向延伸达到有效前沿面。 当计算出  $\theta = 1$  且  $s^- = s^+ = 0$  时称  $DMU_j$  为 DEA 有效; 当  $\theta = 1$  且  $s^- \neq 0$  或者  $s^+ \neq 0$  时, 称  $DMU_j$  为弱 DEA 有效; 当  $\theta < 1$  时称  $DMU_j$  为 DEA 无效。

### 3.2. 变量和数据说明

本文以河南省 18 个地市 2007~2013 年间的劳动力、资本、能源消费为投入变量, 以 GDP 为产出变量来进行能源效率的分析。具体变量说明如下:

#### 3.2.1. 投入变量

劳动力  $L$ 。用  $L$  表示  $t$  时期的劳动力投入, 单位是万人, 通过上年年末就业人口数与当年年末就业人口数的简单算术平均来衡量当年劳动力人数, 计算公式为  $L = (L_{t-1} + L_t) / 2$ , 其中,  $L$  表示第  $t$  年的劳动力人数,  $L_{t-1}$  表示  $(t - 1)$  年的年末就业人口数,  $L_t$  表示第  $t$  年的年末就业人口数。数据来源于 2007~2013 年《河南省统计年鉴》“年末就业人口数”。

资本  $K$ 。用  $K_t$  表示  $t$  时期的资本投入, 单位是亿元。各年的资本存量采用“永续盘存法”估计得到, 计算方法为:  $K_t = I_t + (1 - \delta) K_{t-1}$ , 其中  $K_t$  是第  $t$  年的资本存量,  $I_t$  是第  $t$  年的投资,  $\delta$  是固定资产折旧率, 取值 9.6%。这里参照了张军等[6]的研究, 以 2007 年为基期, 经换算得到各年不变价格的资本存量。数据来源于 2007~2013 年《河南省统计年鉴》“全社会固定资产投资总额”。

能源消费  $E$ 。用  $E_t$  表示  $t$  时期的能源投入, 单位是万吨标准煤。数据直接来源于 2007~2013 年《河南省统计年鉴》“能源消耗总量”统计指标。

#### 3.2.2. 产出变量

用 GDP 表示, 数据来源于 2007~2013 年《河南省统计年鉴》。

### 3.3. 实证结果分析

基于上述模型, 使用河南省 2007~2013 年市级面板数据, 测算了各市的能源效率, 结果见表 1。

表 1 的数据显示: 从横向来看, 各地市的能源效率均呈现出“先下降, 后上升”的倒“U”型特点, 但是个别地市在 2012 年又出现波动现象, 在 2013 年呈现出上升的趋势, 这跟河南省的总体情况是保持一致的, 其中, 2009~2012 年河南省从整体水平上存在着非 DEA 有效。从纵向来看, 各市能源效率均值超过河南省平均水平的有: 安阳市、漯河市、平顶山市、驻马店市、南阳市、濮阳市、开封市、三门峡市、郑州市。其中, 安阳市和漯河市的能源效率最高为 0.987, 并且安阳市的波动相对漯河市要小, 能源效率相对稳定, 说明在现有技术和产出水平下, 安阳和漯河已经接近生产前沿面, 能源得到了有效的利

**Table 1.** DEA efficiency evaluation results of 18 cities in Henan Province during 2007-2013  
**表 1.** 2007~2013 年河南省 18 市 DEA 效率评价结果

	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年	均值
河南省	1.000	1.000	0.871	0.977	0.998	0.996	1.000	0.977
郑州市	1.000	1.000	0.883	0.975	1.000	1.000	1.000	0.980
开封市	1.000	1.000	0.877	1.000	1.000	1.000	1.000	0.982
洛阳市	1.000	1.000	0.852	0.958	1.000	1.000	1.000	0.973
平顶山市	1.000	1.000	0.898	1.000	1.000	1.000	1.000	0.985
安阳市	1.000	1.000	0.919	0.990	1.000	1.000	1.000	0.987
鹤壁市	1.000	1.000	0.847	0.960	1.000	0.987	1.000	0.971
新乡市	1.000	1.000	0.819	0.909	1.000	1.000	1.000	0.961
焦作市	1.000	1.000	0.852	0.957	1.000	1.000	1.000	0.973
濮阳市	1.000	1.000	0.905	0.974	1.000	0.997	1.000	0.982
许昌市	1.000	1.000	0.868	0.942	1.000	0.969	1.000	0.968
漯河市	1.000	1.000	0.909	1.000	1.000	0.998	1.000	0.987
三门峡市	1.000	1.000	0.866	1.000	1.000	1.000	1.000	0.981
商丘市	1.000	1.000	0.844	0.987	1.000	1.000	1.000	0.976
周口市	1.000	1.000	0.854	0.968	0.994	1.000	1.000	0.974
驻马店市	1.000	1.000	0.896	1.000	1.000	0.993	1.000	0.984
南阳市	1.000	1.000	0.897	1.000	1.000	0.992	1.000	0.984
信阳市	1.000	1.000	0.835	0.968	1.000	0.994	1.000	0.971
济源市	1.000	1.000	0.860	1.000	0.964	1.000	1.000	0.975

用,但仍然有节能的潜力存在。相反,新乡市的能源效率最低为 0.961,说明新乡在经济生产过程中能源损失较大,具有相对较大的节能潜力。

各市之间能源效率出现参差不齐的状况,结合实际来看,可能与各市的产业结构特点有关。安阳市以电力信息、装备制造、食品、纺织、新能源等低能耗的产业为主,尤其是新能源也被列为安阳市的七大支柱产业之一,漯河市是以食品加工等低能耗的轻工业为主,因此它们的能源效率相对处于前沿面。而新乡市的工业则以制冷产业、煤化工产业、造纸、建材、食品加工、装备制造等高耗能产业为主,因此,新乡市的能源效率相对落后。近年来为了保护环境,提高能源效率,新乡市也硬起手腕关闭了小水泥、造纸等一些重污染、高能耗的产业,逐步趋近于能源效率的前沿面。综合看来,各市的能源效率存在着不同程度的非 DEA 有效的情况,因此,从整体上来说,河南省能源效率仍存在着进一步发展的潜力。

## 4. 影响因素分析

### 4.1. 模型和数据说明

河南省能源利用主要是以煤炭为主,经济发展主要依赖高耗能的第二产业,目前对外开放程度还比较低,技术相对落后,所以外商投资、技术进步等对能源效率的影响不显著,根据已有的研究成果发现,制度和政府的决策对能源效率有显著的影响,因此,结合河南省的实际情况,本文主要检验产业结构、

能源消费结构、政府的影响力、制度因素等这 4 个显著变量对能源效率的影响, 构建如下的计量模型来考察各种因素对能源效率的影响程度:

$$EE_t = \beta_0 + \beta_1 IS_t + \beta_2 ES_t + \beta_3 GI_t + \beta_4 IF_t + \varepsilon_t$$

各解释变量定义如下: ① 产业结构(IS): 用第二产业生产总值占 GDP 的比重来表示; ② 能源消费结构(ES): 用煤的消费量占能源消费总量的比重来表示; ③ 政府干预(GI): 用政府财政支出占 GDP 的比重来表示; ④ 制度因素(IF): 用国有工业企业的增加值占地区工业增加值的比重来表示。

$EE_t$  是被解释变量, 表示  $t$  时期的能源效率,  $\varepsilon_t$  为统计误差, 以上数据均来自《河南省统计年鉴》。

## 4.2. 实证结果分析

本文借助 Eviews6.0 软件, 采用最小二乘法, 对影响因素分析模型进行检验, 结果见表 2。

表 2 中估计结果显示: 产业结构(IS)的系数为正, 且在 5% 的水平下统计显著, 表明第二产业生产总值每上升 1%, 能源效率将上升约 1.95%, 提高第二产业比重有助于提高能源效率, 这与大多数学者的结论并不一致。结合河南省省情, 出现这一结果主要是因为河南省是传统的农业大省, 第二产业发达程度不高, 产业结构分配不合理。

能源消费结构(ES)的系数为负, 且在 1% 的水平下统计显著, 煤炭消费量每减少 1%, 能源效率将提高 5.35%, 这一结果印证了大多数学者的结论, 煤炭消费占能源消费的比重过大, 会引起能源效率的降低。因此, 河南省应改变单一的能源消费结构, 注重对新能源和可替代能源的研发、投资力度, 减少煤炭的使用量, 促进能源效率的提高。

政府干预(GI)的系数为负, 且在 1% 的水平下统计显著, 政府财政支出每减少 1%, 能源效率将会提高 3.46%。说明河南省经济的发展受政府政策性干预现象还比较严重, 还没有实现经济自由化, 政府对经济的干预严重影响了能源效率的提高。

制度因素(IF)的系数为正, 也在 1% 的水平下统计显著, 国有工业企业总产值每提升 1%, 能源效率将提高 1.57%, 国有工业企业总产值的提升, 有助于提高河南省的能源效率。这也说明河南省可以在国有工业企业资源配置上做进一步的优化, 进一步深化国有企业改革, 淘汰和整合落后企业, 鼓励研发新技术, 从而不断提高能源的利用效率, 同时, 国家战略层面也应给予占国民经济重要地位的国有工业企业大力支持。

## 5. 结论与建议

本文采用非参数数据包络分析法对河南省 2007~2013 年 18 个地市能源效率的测算结果显示: 从横向来看, 各市的能源效率呈现出“先下降, 后上升”的倒“U”型特点, 这跟河南省的总体情况是相符合

Table 2. Regression results of the influence factors of energy efficiency in Henan Province during 2007-2013

表 2. 2007~2013 年河南省能源效率影响因素回归结果

影响因素	系数	标准差	T 统计量	P 值
产业结构(IS)	1.945449	0.423889	4.589526	0.0443
能源消费结构(ES)	-5.353254	0.337304	-15.87070	0.0039
政府干预(GI)	-3.459125	0.304542	-11.35845	0.0077
制度因素(IF)	1.569216	0.157427	9.967906	0.0099
常数项(C)	454.3140	31.72369	1432097	0.0048

的, 其中, 2009~2012 年河南省均值存在着非 DEA 有效。从纵向来看, 能源效率均值处在河南省生产前沿面上的有安阳市、漯河市、平顶山市、驻马店市、南阳市、濮阳市、开封市、三门峡市、郑州市共 9 个地市, 而新乡市的效率值最低, 偏离生产前沿面最严重。各市之间能源效率出现参差不齐的状况, 结合实际来看, 可能与各市的产业结构特点有关。综合看来, 各市的能源效率存在着不同程度的非 DEA 有效, 还存在着改进和提升的空间。因此, 各地市应根据自己经济发展特点, 优化产业结构, 不断缩小区域间的经济差距, 全面提升能源效率。

能源效率影响因素分析模型的结果显示: 产业结构和制度因素对能源效率有正的影响, 河南省还处于从农业大省向工业大省的过度转型期, 国有企业的生产效率相对较低, 提升第二产业比重和国有工业企业的总产值, 有助于河南省能源效率的提高。能源消费结构和政府干预的系数为负, 并且都是在 1% 的水平下统计显著, 说明煤炭在能源消费结构中所占的比重过大, 政府对经济的过度干预, 会阻碍能源效率的提高。因此, 河南省在能源结构方面应该注重对新能源、可替代能源的开发, 避免对煤炭的过度依赖, 政府应该减少对经济的干预, 实现市场自由化。

针对上述实证结果, 为了不断提升能源效率, 在此提出如下政策建议: 第一, 调整产业结构, 优化能源消费结构, 积极扶持新能源、节能材料项目研发, 提升清洁能源比重。第二, 推进政府职能的转变, 逐步实现经济自由化。第三, 在制度方面, 深化国有企业改革, 优化资源配置。第四, 转变消费观念, 提高资源的利用率。

## 基金项目

2015 年河南省高等学校重点科研项目(15A790016); 2016 年河南省软科学计划研究(162400410093)。

## 参考文献 (References)

- [1] 张志辉. 中国区域能源效率演变及其影响因素[J]. 数量经济技术经济研究, 2015(8): 73-88.
- [2] 刘洪, 陈小霞. 能源效率的地区差异及影响因素——基于中部 6 省面板数据的研究[J]. 中南财经政法大学学报, 2010(6): 38-43.
- [3] 刘剑锋, 黄敏. 浙江省能源效率影响因素研究[J]. 企业经济, 2011(10): 121-124.
- [4] 李国璋, 霍宗杰. 中国全要素能源效率、收敛性及其影响因素——基于 1995-2006 年省际面板数据的实证分析[J]. 经济评论, 2009(6): 101-109.
- [5] 周睿. 中国能源效率测度及其影响因素分析[J]. 统计与决策, 2014(5): 84-86.
- [6] 张军, 吴桂英, 张吉鹏. 中国省际物质资本存量估算: 1952-2000[J]. 经济研究, 2004(10): 35-44.

### 期刊投稿者将享受如下服务:

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网覆盖推广您的研究

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>