

# 中国省际全要素能源效率的影响因素研究 ——基于超效率 DEA-Tobit 模型

Research on the Effect of Interaction between Fixed Assets Investment and Government Influence on Total Factor Energy Efficiency of China's Provinces :Based on Super-efficiency DEA-Tobit Model

万益嘉 WAN Yi-jia

(中国石油大学(华东) 经济管理学院, 青岛 266580)

(School of Economics & Management, China University of Petroleum, Qingdao 266580, China)

**摘要:** 文章利用超效率 DEA-Tobit 模型对全国各省进行了全要素能源效率的影响因素研究, 重点分析了固定资产投资与政府影响力的交互作用以及国有经济成分在总固定资产投资的比重的影响。虽然政府影响力和全社会固定资产投资都与能源效率呈负相关, 但政府影响力还通过减弱固定资产投资的负面效应间接产生一定的积极作用。在全社会和能源工业领域, 国有经济成分占固定资产投资的比重与能源效率都呈显著正相关。文章还针对结论提出了部分政策建议。

**Abstract:** In this paper, the total factor energy efficiency of 27 provinces in China is measured by using the super-efficiency DEA-Tobit model and the influencing factors are studied. The interaction between fixed asset investment and government influence and the proportion of state-owned economic components in total fixed asset investment to the inter-provincial energy efficiency are emphasized. It is found that although the government influence and the direct influence of the whole society fixed asset investment have negative correlation with the energy efficiency respectively, the government influence has a positive effect on energy efficiency indirectly by reducing the negative impact of fixed asset investment. In addition, whether in the whole society or the energy industry, the proportion of state-owned economic components in fixed assets investment is significantly positively related to energy efficiency. The paper also puts forward some policy suggestions according to the conclusion.

**关键词:** 全要素能源效率; 固定资产投资; 政府影响力; 超效率 DEA; Tobit 模型

**Key words:** total factor energy efficiency; fixed assets Investment; government influence; super-efficiency DEA; Tobit Model

中图分类号: F206

文献标识码: A

文章编号: 1006-4311(2019)19-0289-05

DOI:10.14018/j.cnki.cn13-1085/n.2019.19.095

## 0 引言

长期以来, 我国的能源效率一直处于落后状态, 且当

前经济发展与能源消费之间的关系在未来不具可持续性, 必须谋求改变。而固定资产投资对地区经济指标的增长具有直接的推动作用, 是中央及地方政府推进经济发展的重要着力点。因此, 关于能源效率、固定资产投资和政府影响力三者之间关系的深层次研究就具有很大的必要性和现

**作者简介:** 万益嘉 (1998-), 女, 山东淄博人, 中国石油大学(华东) 经济管理学院, 本科生, 主要研究方向为经济与能源效率评价。

表 2 改善后工位信息表

工位名称	工时	工位人数
1 装底框总成, 膨胀水箱	103	1
2 空气箱部装, 空气箱总装, 风压开关安装	100	1
3 燃烧器部装, 燃烧室盖板部装, 温控器部装 (主换热器一个零件)	101	1
4 燃烧室部装, 燃烧室总装, 燃烧器总装	98	1
5 排烟罩部装, 排烟罩总装, 风机接头安装	102	1
6 主换热器部装 (剩余部分) 主换热器总装 燃烧室盖板总装, 采暖回水管安装	105	1
7 装脉冲点火器固定板, 插风机线、极限温控器和风压开关线	94	1
8 装膨胀水管组件, 底托盘组件	99	1
9 水泵部装, 空气箱右侧板部装	91	1
10 插风压管, 装循环水泵、比例阀	101	1
11 装水泵出水管组, 进气管管组, 脉冲点火器总装校紧螺母	96	1
12 装空气箱右侧板总成, 插线	87	1
13 电控盒部装、空气箱左侧板部装	90	2
14 插线, 装限流环, 装电控盒总成	95	1
15 固定电源线, 接地线, 扎线	99	1
16 气密性检测	96	1
17 装采暖供水管, 压力表, 卡式温度探头, 空气箱左侧板, 校紧螺母	95	1
18 综合检测	108	1
19 空气箱盖板部装、外壳部装	98	1
20 装空气箱盖板, 防尘盖, 胶粒, 套外壳总成	98	1
21 点防拆漆, 贴电路图, 装电控盒后盖, 外壳总装	102	1
22 电气检测	96	1
23 清洁	90	1
24 贴标签, 外观检测。	95	1
25 包装	94	2
总计	2433	27 人

端框装配线的平衡[J]. 科学技术与工程, 2018, 18(35): 140-144.

[3] 刘雪豪, 黄哲宇, 王秀红. 刹车助力器装配生产线平衡与动作研究 [J]. 河南科技, 2018(11): 56-59.

[4] 周康渠, 杨坤, 游思琦. HTBS 微耕机包装线仿真与优化 [J]. 工业工程, 2019, 22(01): 79-84, 107.

[5] 李柯. 基于 0-1 整数规划的 H 公司生产线平衡率优化研究[J]. 内燃机与配件, 2018(24): 143-144.

[6] 夏绪辉, 周萌, 王蕾, 曹建华. 再制造拆卸服务生产线及其平衡优化 [J]. 计算机集成制造系统, 2018, 24(10): 2492-2501.

[7] 赵晏林, 何晓艳, 何洁. 基于遗传算法的家具生产线优化设计[J]. 林产工业, 2018, 45(05): 59-64.

[8] 袁清和, 聂鹏辉, 贾顺, 任大伟, 于文涛. 基于均衡生产的煤矿主煤流运输系统关键工序效率优化[J]. 工业工程, 2018, 21(02): 47-54.

[9] 林珊. 六西格玛管理在装配线平

[2] 杨昆, 任思达, 李佳明, 谢陈华. 基于工业工程的集装箱后

衡中的运用[J]. 企业科技与发展, 2018(03): 186-187.

实意义。

目前能源效率相关研究主要集中在以下两个方面：

第一，在能源效率的测算方面，投入产出指标的选取由单要素转向多要素，测算模型也不断改进。Hu and wang 首次使用 DEA 方法研究全要素能源效率这一概念，考虑到了劳动、资本、能源等要素之间的替代性<sup>[1]</sup>。杨红亮等发现相比于单要素，全要素能源效率指标能够更有效地反映我国的能源效率<sup>[2]</sup>。能源效率的测算模型方面，DEA 在处理多投入和多产出的情况时更有优势，并可直接计算出能源效率和投入冗余量。另外，超效率 DEA 模型能够通过评估决策单元时将该决策单元本身排除在决策单元的集合之外，实现对 DEA 有效单元的效率进一步排序。

第二，能源效率的影响因素有很多。吴琦和武春友运用超效率 DEA 模型，将技术进步和结构调整确定为能源效率关键影响因素，得出了改革开放以来技术进步、结构调整对我国能源效率的影响分别为正向和负向的结论<sup>[3]</sup>。Li Yang 等应用基于 epsilon 的测度 DEA 方法，研究了 2007~2015 年中国 30 个地区及其三个主要地区的区域生态能源效率及时空差异<sup>[4]</sup>。Nengcheng Chen 等则结合社会经济和遥感数据，基于超效率数据包络分析和 Malmquist 指数方法，对中国长江经济区进行了能源效率的静态和动态分析<sup>[5]</sup>。

随着市场决定性作用的发挥，非国有企业固定资产投资占主要组成部分，但国有企业对固定资产投资规模也发挥了重要的引导作用<sup>[6]</sup>。我国目前的能源投资主要仍是以政府投资为主、企业自主投资为辅，具有较强的政府投资倾向<sup>[7]</sup>。由于固定资产投资对 GDP 指标增长具有直接的推动作用，因而被中央和地方政府给予高度关注<sup>[8]</sup>。

目前，已有学者把固定资产投资作为能源效率的影响因素之一记入回归模型进行研究，得出了固定资产投资规模增加不利于我国能源效率的结论<sup>[9]</sup>。然而，大部分研究都只是将固定资产投资、政府影响力或是二者结合而成的政府投资作为独立的影响因素进行分析，鲜有文献以固定资产投资与政府影响之间的关系为侧重点。而实际上，其交互作用对能源效率也会产生重要影响，厘清其背后的影响机理，对我国政府兼顾经济发展与能源效率具有重要的现实意义。

那么，对于能源效率而言，固定资产投资与政府财政支出代表的政府影响力之间是否存在一定关系？固定资产投资中国有经济所占比例对能源效率又有什么影响？本文旨在运用超效率 DEA-Tobit 模型解决这些问题，继而由政府提供一定的政策建议。

## 1 全要素能源效率的测算

### 1.1 超效率 DEA 模型简要介绍

本文采用超效率 DEA 方法建立能源效率评价模型，

形式如下：

$$\min \left[ \theta - \varepsilon \left( \sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+ \right) \right]$$

$$s.t. \begin{cases} \sum_{j=1, j \neq k}^n x_{ij} \lambda_j + s_i^- = \theta x_{i0}, i=1, 2, \dots, m, \\ \sum_{j=1, j \neq k}^n y_{rj} \lambda_j - s_r^+ = y_{r0}, r=1, 2, \dots, s, \\ \lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0, j=1, 2, \dots, n \end{cases}$$

其中， $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$  和  $\theta$  是决策变量， $m$  为输入指标的个数， $s$  为输出指标的个数，引入松弛变量  $s_i^-$  和  $s_r^+$ ， $\varepsilon$  为非阿基米德无穷小量，本文取  $\varepsilon=10^{-10}$ 。

本文中  $\theta$  的取值表示此年该地的相对能源效率值，其三种结果分别对应了效率值的三种情况：①  $\theta > 1$  表示该决策单元极有效或无可行解。②  $\theta < 1$  表示该决策单元非有效。③  $\theta = 1$  时，若松弛变量  $s_i^-$ 、 $s_r^+$  不全为零，则该决策单元为弱有效；若松弛变量  $s_i^-$ 、 $s_r^+$  全为零，该决策单元有效但非极有效。

### 1.2 投入产出指标的选取与处理

根据能源利用过程中的技术和环境要求及现有能源效率指标的构造体系，文章建立了全要素能源效率的“三投入两产出”指标体系，框架结构如下：

① 资本投入。采用常用的永续盘存法进行计算，单位为亿元，具体公式为  $K_t = K_{t-1}(1 - \delta_t) + I_t$ 。其中， $K_t$  表示第  $t$  期的资本存量， $K_{t-1}$  表示第  $t-1$  期的资本存量， $I_t$  为第  $t$  期的投资，取值为当期的固定资本形成额，并用固定资产形成价格指数，以 2006 年为基期进行调整， $\delta_t$  是资本折旧率，采用单豪杰的计算方法，统一取值为 10.96%<sup>[10]</sup>。

② 劳动投入。用各省市从业人员数表示，单位为万人。

③ 能源投入。将各省市三种主要能源煤、原油、天然气消费量进行加总，并折算成统一单位万吨标准煤。

④ 合意产出。各省市 2007~2016 年实际 GDP，用 2007 年为基期的地区生产总值指数进行处理。

⑤ 非合意产出。以碳排放强度进行衡量，具体为煤炭、焦炭、原油、汽油、煤油、柴油、燃料油和天然气八种一次能源的消耗量与相应排放系数的乘积和，排放系数参考《2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南》，单位为万吨。

本文所采用数据来自《中国统计年鉴》、《中国能源统计年鉴》及各省市统计年鉴。样本为我国 27 个省区市 2007~2016 年的数据，其中青海省、海南省和西藏自治区因关键数据缺失而不包括在分析范围内，重庆市则并入四川省一起统计。

另外，在计算能源效率之前需要对非合意产出进行处理，本文采用 Seiford 和 Zhu(2002)提出的线性数据转换函数法对生产过程中的二氧化碳排放进行处理：首先，将所有非合意产出乘以 -1，为使 DEA 模型中的产出向量不为负值，在上述基础上，再加上一个较大的数值，保证所有产出向量为正；假设  $y$  为变换前的非合意产出， $y'$  为变换后的非合意产出， $y_j' = -y_j + \xi$ ，取  $\xi = \max(y_j) + 1$ ，此时  $y_j' \geq 1$ <sup>[11]</sup>。

### 1.3 全要素能源效率测算结果

将 2007~2016 年中国 27 个省级面板数据代入超效率 DEA 模型，利用 matlab R2017b 软件对全要素能源效率进行测度，得到结果如表 1 所示。

根据表 1 进一步绘制了各省(市、区)平均全要素能源效率对比图如图 1 所示。

可以发现，我国 27 个省(市、区)全要素能源效率测算结果呈现以下特点：第一，2007 至 2016 年期间我国不同

表 1 2007–2016 年我国各省(市、区)全要素能源效率值

地区	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
北京	1.31	1.35	1.37	1.53	1.75	1.75	2.09	1.85	1.99	2.19	1.72
天津	0.88	0.91	0.99	0.97	0.98	0.99	1.07	1.04	1.04	1.03	0.99
河北	0.59	0.59	0.59	0.57	0.56	0.56	0.53	0.48	0.42	0.38	0.53
山西	0.64	0.63	0.64	0.61	0.63	0.62	0.56	0.48	0.40	0.36	0.56
内蒙古	0.52	0.55	0.62	0.63	0.65	0.67	0.73	0.68	0.67	0.64	0.63
辽宁	0.74	0.52	0.55	0.53	0.52	0.55	0.62	0.61	0.61	0.58	0.58
吉林	0.51	0.53	0.54	0.53	0.54	0.54	0.57	0.55	0.55	0.53	0.54
黑龙江	0.79	0.79	0.77	0.70	0.71	0.69	0.64	0.59	0.55	0.52	0.67
上海	1.32	1.25	1.16	1.17	1.17	1.15	1.10	1.09	1.13	1.15	1.17
江苏	0.68	0.70	0.72	0.73	0.72	0.72	0.72	0.74	0.76	0.78	0.73
浙江	0.71	0.71	0.72	0.73	0.75	0.75	0.73	0.69	0.65	0.61	0.70
安徽	0.46	0.46	0.46	0.46	0.49	0.50	0.48	0.44	0.41	0.37	0.45
福建	0.77	0.79	0.75	0.76	0.75	0.74	0.71	0.64	0.59	0.55	0.71
江西	0.64	0.66	0.66	0.61	0.60	0.61	0.57	0.53	0.49	0.45	0.58
山东	0.63	0.64	0.66	0.65	0.64	0.62	0.61	0.58	0.52	0.51	0.61
河南	0.55	0.55	0.56	0.54	0.55	0.54	0.52	0.50	0.46	0.42	0.52
湖北	0.66	0.67	0.68	0.68	0.68	0.66	0.65	0.60	0.56	0.50	0.63
湖南	0.70	0.71	0.72	0.71	0.71	0.72	0.69	0.64	0.58	0.52	0.67
广东	1.21	1.21	1.22	1.18	1.13	1.10	1.07	0.99	0.94	0.89	1.09
广西	0.73	0.78	0.77	0.69	0.67	0.66	0.63	0.58	0.53	0.49	0.65
四川	0.57	0.57	0.57	0.59	0.63	0.62	0.60	0.56	0.54	0.49	0.57
贵州	0.69	0.69	0.71	0.71	0.70	0.68	0.67	0.63	0.58	0.53	0.66
云南	0.57	0.57	0.58	0.56	0.57	0.59	0.60	0.57	0.54	0.50	0.57
陕西	0.54	0.56	0.58	0.57	0.58	0.58	0.55	0.50	0.48	0.46	0.54
甘肃	0.76	0.75	0.73	0.69	0.69	0.68	0.65	0.59	0.55	0.50	0.66
宁夏	0.93	0.95	0.94	0.92	0.90	0.89	0.89	0.88	0.87	0.88	0.90
新疆	0.70	0.70	0.69	0.65	0.68	0.66	0.61	0.55	0.51	0.46	0.62
均值	0.82	0.81	0.83	0.83	0.84	0.82	0.81	0.77	0.75	0.71	

各省(市、区)全要素能源效率对比

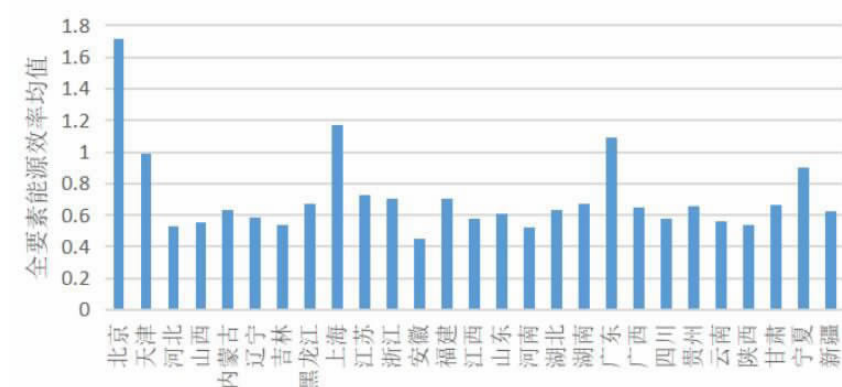


图 1 各省(市、区)全要素能源效率对比图

省域的能源效率差异较大,其中,北京和上海两直辖市全要素能源效率始终高于 1,几乎一直处于生产前沿面上;天津市后来居上,而前几年一直高于 1 的广东省则有不断下降的趋势。安徽和河南两省的能源效率最低,河北、山西、陕西、吉林、云南和四川的能源效率均值在 0.58 以下。

## 2 固定资产投资与政府影响力的交互作用对能源效率的影响研究

为了解的影响因素及其影响程度,早有学者在数据络分析的基础上提出了两步法<sup>[12]</sup>。由于全要素能源效率有一个最低界限值 0,数据因此而被截断。Tobit 模型是因

变量受限模型,可以有效处理这个问题,在因变量为切割值或片断值时适用<sup>[13][14]</sup>,故本文采用处理限值因变量的 Tobit 模型检验全要素能源效率的影响因素。

Tobit 回归模型的一般形式为:

$$Y = \begin{cases} Y^* = \alpha + \beta X + \varepsilon, Y^* > 0 \\ 0, Y^* \leq 0 \end{cases}$$

式中 Y 为截断因变量向量, X 为自变量向量,  $\alpha$  为截距项向量,  $\beta$  为未知参数向量,扰动项  $\varepsilon \sim N(0, \sigma^2)$ 。此时,若用普通最小二乘法对模型直接回归, Tobit 模型的参数将是有偏且不一致的,因此本文采用最大似然估计法对各省市全要素能源效率

影响因素进行分析。

为研究政府影响力及固定资产投资之间的交互作用以及固定资产投资及相关比重,本文选取和构造了以下指标作为本文的核心指标:

①  $G = \frac{\text{政府财政支出}}{\text{地区生产总值}}$ : 本文采用各省市政府财政支出占地区 GDP 的比重作为衡量政府影响力的指标,一定程度上反映出政府干预市场的程度。

②  $FG = \frac{\text{全社会固定资产投资}}{\text{地区生产总值}}$ : 各省市全社会固定资



产投资占地区 GDP 的比重,反映了该地区固定资产投资力度。

③  $CF = \frac{\text{国有经济全社会固定资产投资}}{\text{全社会固定资产投资}}$ : 本文采用

各省市国有经济全社会固定资产投资占全社会固定资产投资的比重作为衡量总固定资产投资中国有经济成分的指标。

④  $CE = \frac{\text{国有经济能源工业固定资产投资}}{\text{能源工业固定资产投资}}$ : 本文采用

各省市国有经济能源工业固定资产投资占能源工业固定资产投资的比重作为衡量能源工业固定资产投资中国有经济成分的指标。

另外,本文还选取以下指标作为其他控制变量。

①产业结构 IS: 以第二产业增加值与地区 GDP 的比值作为产业结构的衡量指标。

②技术进步 T: 用各省每万人拥有的专利授权数量来代表该地的技术进步情况。

③能源消费结构 CS: 用各省煤炭消费总量占一次能源消费量的比重衡量。

④环保力度 EP: 采用各省工业污染治理投资占地区 GDP 的总量来衡量该地的环保投入力度。

本文的 Tobit 模型如下:

$$EE_{it}^* = \lambda_0 + \lambda_1 IS_{it} + \lambda_2 T_{it} + \lambda_3 CS_{it} + \lambda_4 EP_{it} + \lambda_5 G_{it} + \lambda_6 FG_{it} + \lambda_7 G_{it} * FG_{it} + \lambda_8 CF_{it} + \lambda_9 CE_{it} + \mu_{it}$$

$$EE_{it} = \text{Max}(0, EE_{it}^*)$$

其中,EE 表示全要素能源效率,下标 i 表示省际单元,下标 t 表示年份, $\lambda_i$  为各待估系数,特别有其中  $\lambda_7$  代表的是政府影响力与固定资产投资的交互作用, $\varepsilon$  为随机扰动项。考虑到共线性对回归结果的影响,本文共采用五个模型进行回归分析,每个模型涉及的影响因素不同,分别如表 2 所示。另外在模型中有政府影响力与固定资产投资的交互项时,政府影响力不参与回归,以避免相关性带来的影响,保证结果的稳定性。

运用 Eviews9.0 软件估计回归模型,结果见表 3。

由表 3 可以发现:

表 2 Tobit 回归模型

模型 1	$EE_{it}^* = \lambda_0 + \lambda_1 IS_{it} + \lambda_2 T_{it} + \lambda_3 CS_{it} + \lambda_4 EP_{it} + \lambda_5 G_{it} + \mu_{it}$
模型 2	$EE_{it}^* = \lambda_0 + \lambda_1 IS_{it} + \lambda_2 T_{it} + \lambda_3 CS_{it} + \lambda_4 EP_{it} + \lambda_5 FG_{it} + \mu_{it}$
模型 3	$EE_{it}^* = \lambda_0 + \lambda_1 IS_{it} + \lambda_2 T_{it} + \lambda_3 CS_{it} + \lambda_4 EP_{it} + \lambda_5 FG_{it} + \lambda_6 G_{it} * FG_{it} + \mu_{it}$
模型 4	$EE_{it}^* = \lambda_0 + \lambda_1 IS_{it} + \lambda_2 T_{it} + \lambda_3 CS_{it} + \lambda_4 EP_{it} + \lambda_5 G_{it} + \lambda_6 CF_{it} + \mu_{it}$
模型 5	$EE_{it}^* = \lambda_0 + \lambda_1 IS_{it} + \lambda_2 T_{it} + \lambda_3 CS_{it} + \lambda_4 EP_{it} + \lambda_5 G_{it} + \lambda_6 CE_{it} + \mu_{it}$

①模型 1 的结果与大多数文献相一致,政府影响力对能源效率的直接影响为负。一方面政府过度干预容易产生腐败,导致重复建设和过度投资,干扰市场有效的资源配置。另一方面,政府过分追求经济增长和吸引投资,可能会放松对环境污染的监督,从而导致非合意产出增加,能源效率降低。

②模型 2 中,全社会固定资产投资与地区生产总值之比与能源效率呈显著负相关。即当前我国进行的建造和购置固定资产的活动对节能环保不够重视,造成了一定的能源浪费和环境污染。虽然我国政府已经开始对高能耗高污染企业进行整治和改造,但部分企业仍然一味扩大规模、以量取胜。另外,有学者指出,某些省份目前用于固定资产的新建、扩建与改建的比例存在问题,投资者热衷于新建和扩建,一味搞外延扩张,不重视内涵改造<sup>[19]</sup>。

③模型 3 衡量的是政府影响力与固定资产投资的交互作用与全要素能源效率之间的关系,结果显示为正,说明目前尽管各省政府宏观调控力度存在差异,但从总体上说随着中央及地方政府影响力的提升,固定资产投资对于能源效率的负面影响会减弱。改革开放以来,市场化改革使我国中央和地方政府一定程度上放松了对非国有经济固定资产投资的管制。这对民间固定资产投资和外商直接投资的增长起到一定的积极作用,但也在能源环境方面带来了许多问题,形成严重的资源浪费。因为我国目前的市场调节机制并不完善,确实存在市场调节滞后、市场监管不严等诸多弊端。从这个角度出发,加强政府宏观调控有利于抑制不合理竞争,防止非国有经济投资过度,减少能源等资源的浪费。

④通过模型 4 和模型 5 我们可以得出结论,无论是全社会还是能源工业领域,国有经济固定资产投资占固定资

表 3 全要素能源效率影响因素的回归结果

影响因素	模型 1	模型 2	模型 3	模型 4	模型 5
常数项	2.186*** (16.85)	2.008*** (21.98)	1.920*** (20.26)	2.080*** (15.74)	1.963*** (15.46)
IS	-1.661*** (-8.20)	-1.199*** (-8.19)	-0.859*** (-4.67)	-1.641*** (-8.23)	-1.583*** (-8.32)
T	0.005*** (3.13)	0.005*** (2.68)	0.006*** (4.12)	0.006*** (3.85)	0.005*** (3.48)
CS	-0.772*** (-7.42)	-0.566*** (-6.00)	-0.553*** (-5.94)	-0.736*** (-7.14)	-0.751*** (-7.69)
EP	0.004*** (4.44)	0.003*** (4.35)	0.002*** (2.94)	0.004*** (3.88)	0.004*** (4.33)
G	-0.760*** (-4.24)			-1.013*** (-5.20)	-0.608*** (-3.58)
FG		-0.499*** (-10.06)	-0.757*** (-7.61)		
G*FG			0.681*** (2.98)		
CF				0.415*** (3.08)	
CE					0.308*** (6.11)

注:\*\*\*、\*\* 和 \* 分别表示回归系数在分别在 1%、5% 与 10% 水平上显著;括号内为 t 检验值。

产投资的比重与能源效率都呈现显著的正相关关系。原因是多方面的。

其一,十八大过后,政府大力推进生态文明建设,越来越多以政府为主导的国有经济固定资产投资用于加快环保型基础设施建设,一定程度上促进了能源效率的提升。

其二,近年来,政府固定资产投资行业倾向也存在着产业转移现象,得到政府投资最多的国有经济固定资产投资重点由第二产业逐渐向第三产业转移,并由资源密集型的重工业为主逐渐向多元化方向发展,能耗强度得到降低。然而相反,目前我国非国有经济固定资产投资许多都用在加工制造工业,以技术含量较低的企业为主,往往缺乏独立研制和应用环保技术的能力,存在高能耗高污染等问题,能源效率低下。虽然固定资产投资中的国有经济成分对非国有经济成分会起到一定的引导和指向作用,但目前来看效果还不够显著。

其三,很多非国有企业在管理制度等方面也存在与国企一样的问题,甚至更加严重。不少企业管理体制落后,缺乏科学的管理体制和决策机制。因此,非国有经济固定资产投资有时会采取非正当手段竞争,破坏经济秩序,这与模型3反应出来的结果相一致。

最后,许多能源效率高、具有可持续发展潜力的高新技术行业仅允许在政府计划之下进行固定资产投资,还没有对非国有资本开放。且此类行业往往具有相应的高风险,令不少投资者投资失败或望而却步。这也是固定资产投资中国有经济成分越高能源效率越高的原因之一。

⑤对其他控制变量的解释:1)产业结构与全要素能源效率呈显著负相关,且影响系数均在-1.0以下,表明第二产业占比越大,能源效率越低。能源工业、钢铁工业等能源密集型产业都属于第二产业,具有高污染高能耗的特点。2)技术进步对全要素能源效率有积极影响,但相关系数不大。这表明在能源利用领域发明和采用先进技术有利于我国的能源效率。影响程度并不大的原因可能是科学技术向应用领域的转化过程较为困难。3)能源消费结构与全要素能源效率呈显著负相关,即煤炭消费量在能源消耗中的占比越大,能源效率越低。目前煤炭仍然是我国一次能源消耗中的主要能源,消耗量大但利用率低,这种低质低效性会阻碍能源效率的提高。4)结果显示环保力度对各省全要素能源效率的提高有微弱的正向影响,环保力度的积极作用容易理解,但程度微弱的原因在于区域生态环境差异导致节能减排需要的投入力度不同,且环保投入对改善生态环境,提高能源效率存在一定滞后性。

### 3 结论与政策建议

本文利用超效率DEA-Tobit模型对全国27个省份进行了全要素能源效率的测算和影响因素研究,并将重点放在了固定资产投资与政府影响力的交互作用以及国有经济在固定资产中的所占比重上。本文得出的主要结论如下:虽然政府影响力和全社会固定资产投资的直接影响分别都与能源效率呈负相关关系,但政府影响力与固定资产投资的交互作用对各省全要素能源效率显著为正,说明政府影响力还通过减弱固定资产投资带来的负面影响而间接对能源效率产生一定的积极作用。另外,无论是全社会还是能源工业领域,国有经济固定资产投资占固定资产投

资的比重与能源效率都呈现显著的正相关关系,这一结果与上文交互项系数为正是一致的。

基于实证研究得出的结果,本文给出如下的参考建议:

①合理地进行宏观调控,有效调节投资流向,健全监督和审批制度,最大限度减少低水平重复建设和高耗能、高污染、产能过剩行业的盲目扩张。②完善市场调节机制,一方面健全的市场竞争环境应该逐步淘汰一味扩大规模、以量取胜的企业经营模式,另一方面应该令企业能够准确及时地了解到有关固定资产投资的市场信号,减少由于市场弊端导致的决策错误带来的资源浪费和污染排放。③鉴于在非国有经济固定资产投资中,投资者的获利一定程度上反映的是政府意愿,因此政府主导的国有经济固定资产投资对其他成分有带动和引导作用。所以,政府在进行固定资产投资时,应增加战略性和前瞻性投资,多将眼光放在节能环保行业领域,多从生态文明建设角度考虑固定资产投资决策,充分发挥国有经济固定资产投资的带动和引导作用。

### 参考文献:

- [1] Jin-Li Hu, Shih-Chuan Wang. Total-factor energy efficiency of regions in China [J]. Energy Policy, 2006, 34(17): 3206-3217.
- [2] 杨红亮, 史丹. 能效研究方法和中国各地区能源效率的比较[J]. 经济理论与经济管理, 2008, 28(3): 12-20.
- [3] 吴琦, 武春友. 我国能源效率关键影响因素的实证研究[J]. 科研管理, 2010, 31(5): 164-171.
- [4] Li Yang, Ke-Liang Wang, Ji-Chao Geng. China's regional ecological energy efficiency and energy saving and pollution abatement potentials: An empirical analysis using epsilon-based measure model [J]. Journal of Cleaner Production 194 (2018) 300-308.
- [5] Nengcheng Chen, Lei Xu, Zeqiang Chen. Environmental efficiency analysis of the Yangtze River Economic Zone using super efficiency data envelopment analysis (SEDEA) and tobit models [J]. Energy 134 (2017) 659-671.
- [6] 杨冬梅. 固定资产投资主体结构与投资效率的实证研究[D]. 济南: 山东大学, 2017.
- [7] 王皓, 朱明侠. 能源效率、投资导向与政府行为研究[J]. 技术经济与管理研究, 2017(5): 8-12.
- [8] 叶志锋, 李婧, 纳超洪. 地方政府干预对传统制造企业固定资产投资的影响研究[J]. 广西科技大学学报, 2016(3): 110-115.
- [9] Li Lili, Qi Peng. The impact of China's investment increase in fixed assets on ecological environment: an empirical analysis [J]. Energy Procedia 5 (2011) 501-507.
- [10] 单豪杰. 中国资本存量K的再估算: 1952—2006年[J]. 数量经济技术经济研究, 2008(10): 17-31.
- [11] SEIFORD L M, ZHU J. Modeling Undesirable Factors in Efficiency Evaluation [J]. European Journal of Operational Research, 2002, 142(1): 16-20.
- [12] Coelli T J, Rao D S P, Battese G E. An introduction to efficiency and productivity analysis [M]. Boston: Kluwer Academic Publishers, 1998.
- [13] Tobin J. Estimation of relationship for limited dependent variables [J]. Econometrica, 1958(26): 24-36.
- [14] Goldberger A S. Econometric theory [M]. New York: John Wiley and Sons, Inc, 1964.
- [15] 方春树, 雷胜生, 吴光明, 陈燕, 肖敏慧. 江西国有企业固定资产投资效益问题研究[J]. 金融与经济, 1997(3): 7.