

# 中国节能减排效率影响因素的实证分析

——基于政府管制理论的研究

洪流浩, 郑义, 余建辉

(福建农林大学 经济与管理学院, 福州 350002)

**摘要:** 首先利用熵权法测度 1995—2010 年中国节能减排效率, 基于政府管制理论设计潜在影响因素, 并用多元线性回归识别关键影响因素。实证结果表明: 环保机构数、环境行政处罚案件数和人均 GDP 对节能减排效率具有显著的相关作用。

**关键词:** 节能减排效率; 影响因素; 多元线性回归

**中图分类号:** F272.3    **文献标志码:** A    **文章编号:** 1671-1807(2013)03-0044-04

## 1 研究背景

“节能减排”是指降低能源消耗、减少污染排放。“十一五”期间, 节能减排工作基本完成了“到 2010 年单位 GDP 能耗比 2005 年下降 20%, 主要污染物排放总量减少 10%”的约束性指标。而“十二五”规划又提出单位 GDP 能耗和 CO<sub>2</sub> 排放分别降低 16% 和 17%, 主要污染物排放总量减少 8% 至 10% 等节能减排的新目标。《“十二五”节能减排综合性工作方案》具体提出了, “十二五”期间实现节约能源 6.7 亿吨标准煤; 到 2015 年全国万元 GDP 能耗比 2010 年的 1.034 吨标准煤下降 16%; 2015 年全国化学需氧量和 SO<sub>2</sub> 排放总量比 2010 年分别下降 8% 的具体目标<sup>[1]</sup>。因此, 如何利用“十一五”的经验和教训继续加强节能减排的工作力度, 实现“十二五”规划提出的新目标, 是当前中国节能减排工作最重要的课题。综合现有研究来看, 当前国内学者对节能减排效率的研究起步较晚, 大部分是基于废弃物减排的视角进行的, 从经济学角度分析中国节能减排的必要性, 得出节能减排的对策建议; 只有部分学者是基于能源效率的视角, 运用数据包络法计算能源效率并进行实证分析<sup>[2-4]</sup>。但目前对节能减排的研究多是定性分析, 缺乏实证支持, 显得比较薄弱; 而实证研究也多是对能源效率或生态效率进行研究, 对节能减排效率影响因素的研究仍缺乏统一的标准; 很少文献对可能影响节

能减排的因素进行定量的识别, 未能真正解释各因素对节能减排效率的影响程度, 在一定程度上影响了政策建议的合理性和科学性。因此, 本文拟基于政府管制理论分析节能减排效率的影响因素, 采用熵权法和多元回归分析法, 依据中国 1995—2010 年的时间序列数据, 对影响节能减排效率的相关因素进行分析, 定量衡量各因素对节能减排效率的影响程度, 从而为节能减排工作提出一些政策建议。

## 2 基于政府管制理论对节能减排效率影响因素的理论分析

实施节能减排具有较高的经济价值、社会价值和环境价值, 但节能减排本身作为公共产品具有很强的外部性, 加上市场失灵和信息不对称的存在, 政府环境管制成为政府干预市场, 对市场运转失灵后实行纠正的重要方式之一。国内外学者对节能减排的政府管制因素进行了较为全面的分析, 有学者从定性的角度, 运用公共利益理论和管制的经济理论进行研究。Harrison and Kathryn、Jeffrey A Drezner 等的研究发现企业减排会受到环境管制、管制威胁和公众压力、税收优惠等各方面的影响<sup>[5]</sup>。也有学者从定量的角度, 研究政府管制因素对节能减排效果的影响进行评价和分析, 探讨包括环境规制等政府控制变量对节能减排的影响<sup>[6-7]</sup>。

在政府环境管制中, 庇古税理论、科斯手段以及

收稿日期: 2013-01-16

基金项目: 福建省科技厅软科学项目(2011R0010)

作者简介: 洪流浩(1988—), 男, 福建漳浦人, 福建农林大学, 硕士研究生, 研究方向: 生态经济; 通讯作者: 余建辉(1956—), 男, 福建武夷山人, 福建农林大学, 教授, 博士生导师, 研究方向: 生态经济。

强制控制是最常用的政策工具。中国政府目前一方面使用排污收费、环境影响评价、“三同时”制度、污染排放标准、限期治理制度、行政处罚、排污申报和许可证制度等多种手段进行管制。另一方面,还通过运用财政收入,加大污染治理投资和技术扶持鼓励和刺激节能减排行为。

基于政府管制理论的分析,根据指标的科学性、数据的易得性等基本原则,本文初步设计了影响节能减排效率影响因素的政府管制因素主要包括:污染治理投资总额、环保从业人员数、环保机构数、排污费征收总额、环境污染上访问题数、当年做出环境行政处罚决定的案件数、累积制定各类环境保护标准数以及人均 GDP。

### 3 研究方法、模型与数据来源

#### 3.1 研究方法的选择

多元线性回归是当前定量分析中应用最广的方法之一,但为更好地描述和分析所研究的问题,常需要较为全面地选取指标,指标选取存在一定的不合理性,从而也造成了多元线性回归过程中存在多重相关性,破坏了模型的效果。熵权法是一种客观赋权的方法,熵权来源于客观现象信息,其本质含义是对数据信息有用程度的一种度量,计算出来的熵值反映了指标体系中某个指标上的差异程度。通过客观的计算决定各指标的权重,可在一定的程度上避免多元线性回归等评价方法所存在的因主观赋权所带来的指标

权重偏差<sup>[8]</sup>。

#### 3.2 节能减排效率的确定及数据来源

基于对现有文献的回顾,笔者认为节能减排工作主要是针对减少工业生产中产生的废水、废气、固体废弃物等进行的。衡量节能减排的效率,应该用这三者的排放达标情况进行衡量。由于工业 SO<sub>2</sub>、工业烟尘和工业粉尘的排放达标率这一指标在报告期内没有统一的标准,本文用其去除量与总产生量的比值代替,进行实证分析。因此,本文最终选取了中国 1995—2010 年工业废水排放达标率、工业固体废物排放达标率、工业 SO<sub>2</sub> 去除量占总产生量的比值、工业烟尘去除量占总产生量的比值、工业粉尘去除量占总产生量的比值等 5 个测量变量来衡量中国节能减排效率。

本文影响因素分析中采用的数据是国内权威统计机构公布的官方数据,其中,时间序列的相关基础数据都来自 1996—2011 年的《中国统计年鉴》、《中国环境统计年报》等。

### 4 节能减排效率影响因素的实证结果与分析

#### 4.1 节能减排效率的测算

本文利用熵权法计算以上 5 个变量指标在节能减排效率中的权重。通过对 1995—2008 年工业废水排放达标率等 5 个测量变量的样本进行计算,计算出来的 5 个变量权重的最终结果如表 1 所示。

表 1 衡量节能减排指标的熵权计算结果

指标	工业废水 排放达标 率/%	工业固体废 物综合利用 率/%	工业 SO <sub>2</sub> 去除 量占总产生量 的比值/%	工业烟尘去除 量占总产生量 的比值/%	工业粉尘去除 量占总产生量 的比值/%
权重	5.73	5.83	87.45	0.13	0.86

数据来源:根据 1996—2009 年的《中国统计年鉴》、《中国环境统计年报》的相关数据计算所得。

因此,将各个样本乘以 5 个测量变量的赋值权重向量,即可得到各个样本对节能减排效率的加权得分

(如表 2),并以此作为衡量节能减排效率的指标进行分析。

表 2 节能减排效率指标的最终计算结果

年份	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
指标值	23.53	26.82	27.94	27.04	30.28	31.51	31.62	35.95
年份	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
指标值	34.95	37.33	38.64	43.86	51.40	56.72	63.38	66.20

数据来源:根据 1996—2009 年的《中国统计年鉴》、《中国环境统计年报》的相关数据计算整理所得。

#### 4.2 模型的构建

本文从人均 GDP、污染治理投资总额等 8 个指

标对节能减排效率进行影响程度的实证分析。首先,根据所搜集整理的原始数据对所选取的 8 个自变量

进行相关分析,得出9个自变量与因变量的相关系数都在0.8之上,说明自变量与因变量是高度线性相关的,可以进行多元线性回归。建立的双对数多元线性回归模型为:

$$y = \alpha_0 + \alpha_1 X_1 + \alpha_2 X_2 + \alpha_3 X_3 + \alpha_4 X_4 + \alpha_5 X_5 + \alpha_6 X_6 + \alpha_7 X_7 + \alpha_8 X_8 + \mu_i \quad (1)$$

上式中, $y$ 为可以观测的随机变量,即节能减排效率指标; $X_1, X_2, \dots, X_8$ 为各个自变量; $\alpha_0$ 为常数; $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_8$ 为各解释变量的回归系数, $\mu_i$ 是随机误差,为相互独立且都服从 $N(0, \sigma^2)$ 的随机变量。

#### 4.3 模型的检验

在构建了多元线性回归方程模型之后,本文根据所收集整理的数据,利用SPSS18.0统计分析软件的多元线性回归分析功能,对模型检验诸多政府管制因素对节能减排效率影响程度进行分析,检验结果如表3所示。通过对影响节能减排效率的政府管制因素的模型1进行回归,并在此基础上剔除了明显不显著的变量 $X_1$ 和 $X_2$ ,得出模型2;在模型2中 $X_3$ 和 $X_8$ 明显与节能减排的效率成显著正相关,而变量 $X_5$ 和 $X_4$ 最不显著,予以剔除,得出模型3;通过观察模型3发现变量 $X_6$ 也存在一定的相关性,进一步剔除不相关的变量 $X_7$ ,得出最终的模型4。在模型4中,自变量 $X_3, X_6, X_8$ 在置信条件为95%的条件下与因变量显著相关,保留在回归方程中。

表3 节能减排效率影响因素的回归结果

变量	模型1	模型2	模型3	模型4
$X_1$	4.423E-5			
$X_2$	-0.022			
$X_3$	2.267	2.233**	2.311**	2.482**
$X_4$	0.075	0.075		
$X_5$	-1.455E-6	-1.464E-6		
$X_6$	-0.638	-0.637	-0.697*	-0.785**
$X_7$	-0.013	-0.013	-0.003	
$X_8$	0.001*	0.001***	0.001***	0.001***

注:\*\*\*、\*\*、\*分别表示在1%、5%和10%的水平上显著。

最终的模型运行结果可以得出:

$$y = -2.611 + 2.482 * X_3 - 0.785 * X_6 + 0.001 * X_8 \quad (2)$$

#### 4.4 结果分析

从以上实证分析结果可知,在自变量中,环保机构数对节能减排效率起到较好的促进作用,而人均GDP对节能减排效率的提高也有一定的拉动作用。根据所搜集的数据显示,自1995年以来,政府对节能

减排工作越来越重视,不断加大对环保工作的管理力度,环保机构数实现了从1995年的8400个增长到2010年的12849个,节能减排工作的运行管理和监督都得到了较好的制度保障,对抑制工业“三废”的排放起到了积极作用。而随着中国人均GDP从1995年的5046元增长到2010年的35181元,节能减排的效率提高了近三倍,可以看出,随着经济的快速发展,政府对节能减排治理费用、技术创新资金的投入越来越大,所起到的减排效果超过了由经济增长推动的“三废”排放增长,拉动作用也越来越显著。而且实际中,随着国内经济的增长,经济结构也在不断的优化,第二产业的比重不断向第三产业倾斜,对节能减排工作的积极影响也较显著。但同时,由于人口数量的不断增长,推动了对之相应的能源消费及污染排放的增长,人均GDP对节能减排效率的积极影响也受到一定程度的抑制。另外,当年做出环境行政处罚决定的案件数量的增加反而促使了节能减排效率的下降。出现这种结果的原因主要在于单纯地通过行政处罚并不能真正起到提高节能减排效率的目的,反而因为在环保行政执法过程中存在执法不严、处罚力度不够等问题会导致一些企业通过接受处罚,以更大光明的手段仍继续进行污染排放。整体来说,行政处罚只是短期的效应,而长期的环保监管机制并未真正建立起来,节能减排的效率因此受到影响。

同时,实证结果表明,污染治理投资总额并没有起到提高节能减排效率的作用,其主要原因在于资金投入的产出增加不足,资金投入与产出不成比例。而环保人员的增加、排污费的征收、限期治理项目的规定、制定的各类环境保护标准等各种政府推出的节能减排行为没有起到促进节能减排工作的发展和提高节能减排效率的重要作用,其原因主要有:一是这些变量只是政府行为的代理变量,无法十分准确地从数据上反映政府的节能减排行为;另一方面,政府虽然从政策和机构的设立上,构建出节能减排工作的框架,但实际执行中明显存在着监督不力,执法不严的现象。环境案件上访数同样没有对节能减排效率起到推动作用,其部分原因同样在于政府部门的执行与监管上,同时也反映出公众参与对节能减排工作的监督机制并未完全建立起来。

#### 5 结论与政策建议

通过以上对16年来节能减排效率影响因素的分析和计算各因素对节能减排的影响程度,结合当前节能减排工作的现状,本文得出以下结论和建议。

##### 5.1 加快经济发展和经济结构优化

中国是发展中的大国,经济增长仍是其发展的重中之重。实证分析表明,经济增长在一定程度上也在不断推行节能减排进程。实践也证明了,在现代化进程中,优化经济结构和产业结构可以促进节能减排目标的实现。因此,应结合中国国情,把节能减排工作的重点放在进一步促进产业结构调整升级,优化经济结构,寻找新的经济增长点,走“低碳经济”的发展道路。具体而言,应提高传统工业的集中度,加快第三产业的发展,加大对高新技术产业的扶持力度;淘汰产能、设备、技术落后的部分“三高”企业,以拨款补助或财政补贴的形式鼓励重点发展行业的重点企业进行技术改造;推进高新技术和先进设备的运用,实现技术升级,提高能源利用效率;加快扶持环保产业的稳定健康发展,培育节能技术服务体系,推行合同能源管理,促进节能服务产业化发展。

### 5.2 完善节能减排工作的长期监管机制

政府加强对节能减排监管和执法力度的作用正在不断显现。当前,中国工业节能减排工作的主要对象是高耗能、高污染、高排放的重点企业,必须实施节能减排评估和审查制度,遏制此类企业盲目发展带来的污染扩散。所以,一方面要加大环境执法的力度,通过必要的行政措施,引起工业企业对节能减排工作的重视,另一方面也要健全和完善污染排放标准,建立督促“三高”企业在生产过程中推行清洁生产,使用先进工艺设备,提高资源利用效率,切实加强工业“三废”排放防治的长效机制,从而不断推进节能减排的进程。

### 5.3 提高公众参与对节能减排工作的监督

环保机构数的增加是提高节能减排效率的重要因素之一,这说明,通过政府的具体监管行为在很大程度上对节能减排效率的提高起了很好的管制作用,但同时也要看到政府其他节能减排行为的作用不明显。因此,有必要在加大政府监管力度的同时,大力提高环保工作的人员素质,加强公众参与机制的完善。公众参与一方面可以通过社会监督加大对企业节能减排的工作进行监督,另一方面也能有效监督政府的环保执法行为和监察机制是否完善,通过众策众力,共同促进节能减排工作的进一步开展。

### 参考文献

- [1] 中国低碳网. 国家“十二五”规划纲要低碳政策探析[EB/OL]. (2011-02-22) [2011-06-22]. <http://www.ditan360.com/Zhuanti/TempShenSe/Info-79623-1127.html>.
- [2] 杨振. 中国能源消费碳排放影响因素分析[J]. 环境科学与管理,2010,35(11):38-41.
- [3] 王犁,孙欣,陈磊. 区域节能减排效率及其影响因素研究[J]. 成都大学学报,2009,17(4):19-22.
- [4] 魏楚,沈满洪. 能源效率及影响因素:基于DEA的实证分析[J]. 管理世界,2007(8):66-76.
- [5] HARRISON, KATHRYN. Is Cooperation the Answer? Canadian Environmental Enforcement in Comparative Context [J]. Journal of Policy Analysis and Management, 1995(14): 221-245.
- [6] 张学刚,钟茂初. 环境库兹涅茨曲线再研究——基于政府管制的视角[J]. 中南财经政法大学学报,2009(6):41-44.
- [7] 魏巍贤. 基于CGE模型的中国能源环境政策分析[J]. 统计研究,2009(7):3-11.
- [8] 郭显光. 改进的熵值法及其在经济效益评价中的应用[J]. 系统工程理论与实践,1998(1):98-102.

## Empirical Study on Factors Influencing Efficiency of Energy saving and Emission Reduction

—Based on gathering up the series data statistics of 1995—2010

HONG Liu-hao, ZHENG Yi, YU Jian-hui

(Economics and Management College of Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, China)

**Abstract:** This paper applies the Entropy weight method measure the efficiency of energy-saving and emission reduction during 1995—2010 at first. Designs the potential influencing factors of the energy-saving and emission reduction efficiency based on the theory of governmental regulation, and then identify the key factors that affect the efficiency of energy saving and emission reduction. With the result showing that per capita GDP and the number of environmental agencies and the number of environmental cases remarkable possess important correlation with the efficiency of energy saving and emission reduction.

**Key words:** efficiency of energy saving and emission reduction; influencing factors; MLR