

# 基于产业结构量化模型的湖南省能源结构合理化研究

王汉保<sup>①</sup> 戴剑勇<sup>①</sup> 刘升学<sup>①</sup>

(南华大学 经济管理学院 湖南 衡阳 421001)

**[摘要]** 能源是地区社会经济发展的基础,能源结构的合理化对于地区经济发展起着基础作用。产业结构的合理化顺利实现的关键是在于产业结构确定以后所能带来的效果。文章从湖南省能源产业的现状分析出发,用系统的理论观点和投入产出方法,构建湖南省能源产业结构合理化的量化模型,以产业结构合理化的标准,对湖南省能源产业各部门进行分析,用合理的产业结构合理化调整方式对产业结构进行调整和控制,提出能源产业结构合理化的对策和建议。

**[关键词]** 能源结构; 量化模型; 合理化; 调整

**[中图分类号]** F061 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1673-0755(2011)04-0041-04

经济的全球化和多元化发展越来越依赖于能源的发展,一个地区能源产业的结构和能源消费结构决定着这个地区能源的供需平衡,影响这个地区经济的增长和社会的可持续发展。能源产业结构是处在从不合理到合理的演变过程,能源产业结构合理化伴随着能源产业结构调整和各产业协调发展的过程是满足社会不断增长的需求的过程。技术进步和社会分工的日益专业化,市场化需求的增长,产业间依赖度日渐增大,结构效益也在逐步上升。

## 一 湖南能源消费、生产及供需现状及政策分析

湖南能源消费主要体现在能源消费总量增长较快,能源消费以煤炭为主,优质能源所占比重偏低,第二产业能源消费居主导地位,重工业耗能比重偏高、节能成效明显,能耗水平仍然较高<sup>[1-3]</sup>。湖南能源生产现状主要体现在能源生产受经济发展环境影响较大,一次能源生产结构有所优化,能源投入稳步增长,湖南能源生产在全国属于中等偏下水平,人均能源生产量相当于全国平均的一半左右;能源产出结构以煤炭为主,油气尚缺,核电和可再生能源等优质能源发展严重不足;湖南能源行业体制改革和开放的进度仍然滞后于经济体制改革的整体进程,能源发展仍然存在严重的体制性约束,能源生产的监管体系尚未真正建立起来。尽管湖南能源生产大幅度增长,但随着经济快速发展人民生活水平不断提高,湖南能源需求量激增,能源供求矛盾比较突出<sup>[4-6]</sup>。从能源生产和需求情况看,能源供求的缺口逐步扩大;在总量缺口的大背景下,能源供求的结构性矛盾突出:一是季节性、时段性矛盾突出,集中表现在电力的供求上;二是品种结构矛盾突出,煤炭是湖南一次能源供应的主体,但湖南煤炭品种

比较单一,动力煤如电煤、无烟块煤、烟煤尤其是炼焦用煤的资源储量少、产量低,导致煤炭供应的结构性矛盾突出,对外依存度高;三是优质能源严重短缺,湖南是一个无油、无气的资源消耗型省份,油气资源完全依赖省外调入<sup>[7-8]</sup>。

## 二 湖南省能源产业结构合理化的分析模型

一个地区经济的迅速和可持续发展是建立在产业结构不断高级化演进和合理化调整的过程中的,产业结构的合理化是产业结构不断调整和各产业协调发展的过程。产业结构合理化需要解决的问题是:市场需求结构和供给结构的相互适应性,各产业和各部门的协调关系,以及产业结构的有效发挥的问题。

### (一) 能源产业结构合理化的分析

能源产业结构的合理化是指能源产业之间以及各产业的不同部门之间,保持协调一致的关系,适应和促进社会经济的快速发展。各部门的协调化包括:(1)各产业部门发展水平的协调化。各产业部门之间技术发展的条件、程度和素质大体相当,相互衔接和匹配,差异性少。(2)各产业部门的相互作用的协调化,不同部门相互关联、协调、依存和促进。(3)各产业部门之间相对地位的协调化,要求各产业部门之间主次分明、轻重有别,各行其责。(4)各产业部门的产出与社会需求的协调化。产业结构,作为资源的转换系统来说,要求其各部门产出,能满足社会生产、生活所需。产业结构的合理化体现在是否适应变动的市场需求,产业各部门间的协调,能否合理有效地利用资源。

### (二) 产业结构合理化的分析模型

能源产业结构的合理化能否实现,关键取决于产业结构

**[收稿日期]** 2011-05-19

**[基金项目]** 湖南省自然科学基金项目资助(编号:10JJ6108)

**[作者简介]** 王汉保(1984-),男,江苏邳州人,南华大学经济管理学院硕士研究生。

<sup>①</sup>南华大学副教授。

确定以后所带来的效果,需要利用投入产出比来分析以及对各部门效益进行定量的对比分析,看各部门在整体的顺序和比例,确定各部门的结构协调度。通过各部门的投入产出分析,全面反映各产业部门的相互关系及确定各产业部门的地位和作用,建立产业结构合理化的定量分析模型。运用系统的观点,结合投入产出方法,通过计算所有部门的总效益(直接效益和间接效益)及对各部门效益进行定量的对比分析,排出了各部门在整体中的顺序。

本文利用能源产业投入产出比来表示,计算经济各部门的直接效益和间接效益。建立湖南省能源产业投入产出模型:

### 1、关于产业结构协调性的测定

测算方法是,设  $A$  为直接消耗系数矩阵,  $Y$  为最终产品向量,  $X$  为社会总产品向量,并且  $Y = (y_1, \dots, y_n)^T$  和  $X = (X_1, \dots, X_n)^T$  为  $Y$  和  $X$  对应的结构向量,  $\sum_{i=1}^n Y_i = 1, \sum_{i=1}^n X_i = 1, Y_i \geq 0, X_i \geq 0 (i = 1, \dots, n)$ , 即  $Y = fY, X = gX$ , 其中  $f$  为最终产品产值,  $g$  为社会总产值。这时,可把价值型投入产出关系式表示为:

$$AX + Y = XA = (a_{ij}) = \begin{pmatrix} X_{ij} \\ X_j \end{pmatrix} \quad (1)$$

### 结构型投入产出关系式

$$Ax + sy = x \quad (2)$$

式中  $s = f/g$  为最终产品率,  $A$  是技术经济结构,  $y$  为最终产品结构,  $x$  为社会生产结构。由公式(2)可知,在一定的技术经济结构中,生产结构可以唯一地确定最终产品结构和最终产品率,因此,可将最终产品率作为衡量社会经济活动效果的重要指标之一。

### 2、关于最终产品率的分析

设任一直接消耗系数矩阵  $A$  的特征根为  $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ , 每个特征根  $\lambda_i$  对应一特征向量  $R_i$ , 可以证明,任一直接消耗系数矩阵的所有特征根中,有唯一的实特征根  $\lambda_1 (0 < \lambda_1 < 1)$ , 且  $|\lambda_i| < \lambda_1 (i = 2, \dots, n)$ , 称  $\lambda_1, R_1$  分别为  $A$  的主特征根和主特征向量。因此,当技术经济结构与社会生产结构一致时,最终产品结构可与这个主特征重合,即当  $x$  为  $A$  的主特征时,那么  $Ax = \lambda_1 x$ , 这时公式(2)可以表示为

$$y = \frac{x(1 - \lambda_1)}{s} \quad (3)$$

由式中可知,  $s = 1 - \lambda$ 。这时,最终产品率  $s$  只取决于技术经济结构。在这个前提下,特征恒等式  $Ax = \lambda_1 x$  是一个特殊的投入产出消耗变换:每个部门对所有部门的最终产品率的中间消耗恰好可以折算为本部门的份额为  $\lambda_1$  的消耗,因此,国民经济各部门的最终产品率一致,并均等于全社会的最终产品率。这种多个部门经济如同一个部门的发展是个理想状态。要使国家或地区经济沿这个方向发展,最终产品结构与社会需求结构基本协调,需要制定与之相应的产业政策,调整产业结构,逐步使生产结构接近技术经济结构。

### 3、社会生产结构与技术经济结构协调度测定

分析地区经济各部门比例协调与否的问题,实质上是分析社会生产结构与技术经济结构是否相互协调的问题。在  $n$

个部门的情况下,产业结构的分析,以主特征向量  $R_1$  和副特征向量  $R_2, \dots, R_n$  为基底的坐标系中分解社会生产结构  $x$ , 有

$$x = a_1 R_1 + a_2 R_2 + \dots + a_n R_n = aR^T \quad (4)$$

将公式(4)代入式(2)并进行线性矩阵运算,可得:

$$s = x^T (R^{-1})^T \begin{bmatrix} 1 - \lambda_1 \\ A \\ 1 - \lambda_n \end{bmatrix} \\ = x^T \beta = \beta_1 x_1 + \dots + \beta_n x_n \quad (5)$$

这时,此地区生产结构与技术结构是否协调在于看下列不等式是否成立:

$$s \geq R_1^T (R^{-1})^T \begin{bmatrix} 1 - \lambda_1 \\ A \\ 1 - \lambda_n \end{bmatrix} = R_1^T \beta \\ = \beta_1 R_{11} + \dots + \beta_n R_{n1} = 1 - \lambda_1 \quad (6)$$

在这里,如果式(6)成立则认为此地区生产结构同技术结构是协调的;等式不成立,那么就是不协调的。将湖南省生产结构与技术结构的数据代入上式我们可以看到,等式不成立,说明湖南省产业结构是不协调的。为了进一步的衡量产业结构不协调的程度,计算生产结构与技术结构的协调度,在这里,生产结构与技术结构的协调度,用数学公式表示为:

$$\gamma = \left( \frac{\alpha}{\beta} \right) \times 100\% \quad (7)$$

式中,  $\alpha = \arccos \frac{\sum_{i=1}^n (x_i R_{i1})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n x_i^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n R_{i1}^2}}$ ,  $\beta = \arccos \frac{\sum_{i=1}^n (a_i R_{i1})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n a_i^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n R_{i1}^2}}$ , 且向量  $A = (a_1, a_2, \dots, a_n) = (0, 1, \dots, 0)$ 。

这里,  $-1 \leq \gamma \leq 1, 0 \leq \beta \leq 1$ , 则表示  $n$  个产业间发展协调,并且  $\gamma$  越大,表示协调度越高;若  $-1 \leq \gamma \leq 0$ , 则表示  $n$  个产业间发展不协调,并且  $\gamma$  的绝对值越大,表示协调度越高<sup>[9]</sup>。

### (三) 湖南省能源产业结构合理化与否的实证分析

根据湖南省能源统计年鉴,湖南省 2002—2010 年的能源各行业数据,将能源产业分为:煤、油、天然气、水电、核电、其他能发电,下表为湖南省能源产业的直接消耗系数矩阵:

表 1 湖南省能源产业直接消耗系数表

	原煤	原油	天然气	其他能发电	水电	核电
2002	0.768	0.181	0.028	0.023	0.021	0.002
2003	0.772	0.172	0.030	0.027	0.025	0.002
2004	0.775	0.167	0.030	0.027	0.025	0.002
2005	0.799	0.148	0.028	0.025	0.022	0.003
2006	0.810	0.134	0.029	0.027	0.023	0.003
2007	0.815	0.126	0.032	0.027	0.024	0.003
2008	0.818	0.120	0.035	0.028	0.024	0.003
2009	0.818	0.113	0.039	0.029	0.025	0.003
2010	0.810	0.113	0.043	0.034	0.029	0.003

数据来源《湖南省能源统计年鉴》,中国统计出版社 2010 版

并对能源产业的社会总产品的进行归类得出下表:

表2 湖南省能源产业社会总产品表(单位:万吨标准煤)

	原煤	原油	天然气	其他能发电	水电	核电
2002	5565	85.03	0.76	332.94	157.97	174.86
2003	1490.81	75.11	0.91	354.42	191.15	163.27
2004	6016.57	165.02	1.08	651.11	280.93	371.31
2005	5735.00	78.11	1.12	644.41	241.28	403.13
2006	5948.84	79.73	1.16	754.90	290.69	464.08
2007	6217.16	85.54	1.17	860.15	312.56	547.59
2008	6153.86	93.27	1.40	927.25	407.00	520.06
2009	6234.81	88.56	3.19	853.00	388.31	520.06
2010	6342.47	94.32	2.32	1078.52	697.24	644.40

数据来源《湖南省能源统计年鉴》,中国统计出版社 2010 版

将所得的湖南省能源产出矩阵的能源产业直接消耗系数和能源产业最终产品向量及社会总产品向量代入上述的公式,可得  $s < 1 - \lambda_1$ , 同时得  $\gamma = -0.324$ , 由已知得  $-1 \leq \gamma \leq 0$ , 所以表示湖南省能源产业间发展不协调, 协调度不高也说明了现存的湖南省能源产业结构存在诸多不协调的因素。同时可以看到, 能源产业结构以原油、煤、天然气、火电等最终产品率来衡量能源产业结构的协调性。从分析结果来看, 湖南省能源产业结构的协调性不足表现在以下几个方面:

#### 1、能源各部门最终产品产出率不均衡

湖南省传统能源以煤、水资源为重, 但是由于不断开采, 相对产出率  $S_1$ 、 $S_3$  居高不下, 新兴能源核电  $S_5$ 、太阳能  $S_6$  和其他能源  $S_7$  产出率较低, 传统能源由于其不可再生性, 其生产设备和资本投入难以迅速转向其他核电等新兴能源的产出。

#### 2、社会生产结构与技术经济结构协调度不高

上述实证分析结果是生产结构与技术结构的协调度  $\gamma$  不高。在现有的技术经济水平下, 湖南省能源产出, 没有充分体现地区生产结构, 技术水平也尚未满足现有生产结构所需。社会基础设施和生产资本没有充分利用, 部分企业具有较高的技术水平, 但是对大多数企业来说技术水平落后、生产设备陈旧。有的部门产出过剩, 有的部门相对不足。整体各部门需要更好地协调。整个地区需要进一步调整产业结构, 调整煤、石油、天然气、水电、火电、核电等的产业比例, 使若干年后随着地域经济发展能源产业结构更加协调, 实现低消耗高增长的经济增长方式的真正转变, 实现湖南省社会经济的可持续健康发展。

### 三 湖南省能源产业结构的改进措施和建议

#### (一) 湖南省能源产业结构状况

从各产业发展的具体水平、状态看, 尽管湖南省在产业结构的调整中, 在依据国家宏观国民经济规划的前提下, 制定了地区经济发展计划和产业结构政策解决农业、第三产业

和能源产业的矛盾, 通过扶持主导产业、重点产业, 使资源的配置向重点产业倾斜。然而湖南省地区产业结构演变表现出非均衡特征, 产业结构的合理化程度不高, 产业结构不平衡。2010 年湖南省产业结构调整取得一些新成就, 产业结构从 2009 年的 15.1:43.5:41.4 转变成 14.7:46.0:39.3, 仍以工业为主, 但是以能源产业所处第三产业对经济增长贡献率为 16.7%, 区域经济持续全面发展, 但是在这个过程中存在: 以节能减排为中心产业结构调整及经济发展方式转变的问题。

#### (二) 湖南省能源产业结构合理化政策措施

湖南省地区经济在快速增长, 包括能源产业在内的地区产业结构不合理现象突出, 需要加大力度调整。从上述产业结构合理化分析结果来看, 主要从几个方面来调整产业政策, 促进能源产业合理化:

1、促进新兴能源部门发展, 减少能源各部门最终产品产出率不均衡

为确保湖南经济和社会持续发展对能源的需求, 保障湖南省能源供应安全, 首先要立足本省, 一是有序发展煤炭, 在保证社会所需的产出率的情况下, 确保资源的有效供给。二是积极发展电力: 既要积极发展热电联产, 加快淘汰落后的小火电机组, 又要充分认识湖南水力资源优势, 大力发展水电事业, 同时还要积极推进核电建设, 核电具有节水、清洁、较高的安全性等优点, 且发电成本低、供应稳定、环境污染小、核电投产后回报率高, 可以带来巨大收益, 同时在就业、带动相关产业发展等方面也有很大的作用。三是大力发展可再生能源, 提高可再生能源的产出和供给。从根本上改变本省能源的供需结构平衡的问题。

2、提高能源产业生产基础设施水平, 加快创新、加大科研投入

对传统煤、火电进一步优化其生产结构, 要统筹煤炭资源勘探, 加大勘探投入, 支持大型煤炭基地的资源普查和地质详查, 规范商业性勘探, 提高资源保障程度, 稳步推进大型煤炭基地建设。要建立可再生能源发展专项资金, 支持资源调查、技术研发、试点示范工程建设; 要推进水电路梯级综合开发, 推广太阳能热利用、沼气等成熟技术, 提高市场占有率, 积极推进风力发电、生物质能和太阳能发电等技术, 建设风电基地, 以规模化带动产业化; 落实可再生能源发展的扶持和配套政策, 培育持续稳定增长的可再生能源市场, 逐步建立和完善可再生能源产业体系和市场及服务体系, 促进可再生能源技术进步和产业发展。

湖南省在地区产业结构调整中, 进一步构建节能减排的政策环境, 大力扶持以煤、电的能源主导产业, 给予投资优惠和技术支持, 将能源产业的发展同文化产业、传统农业、工业等协调起来, 加强各产业的关联效应, 促进协调发展, 增强创新和市场意识, 不断提高产业结构的高度化和合理化进程。

#### 四 结论

在产业发展市场化和国际化的今天, 在全球化和 WTO 的背景下, 各产业不断发展, 老的产业衰退, 新产业不断涌现。世界上, 各国家和地区的各产业结构处在动态调整中,

能源需求的增长和能源供给压力,能源产业结构的规划和调整备受关注。本文以能源产业结构优化为视角,着眼于分析产业结构的合理化程度,建立产业结构合理化分析模型来分析产业结构的合理化程度和协调度。进一步为不断改进的能源产业结构政策提供参照依据和对策,这对湖南省经济社会的可持续发展和高增长低污染的经济增长方式转变,地区和谐、美化、现代的生态文明环境建设具有重要的意义。

[参考文献]

- [1] 王海鹏,田澎,靳萍. 基于变参数模型的中国能源消费经济增长关系研究[J]. 数理统计与管理, 2006(3): 253-258.
- [2] 高振宇,王益. 我国能源生产率的地区划分及影响因素分析[J]. 数量经济技术经济研究, 2006(9): 46-57.
- [3] 齐绍洲,罗威. 中国地区经济增长与能源消费强度差异分析[J]. 经济研究, 2007(7): 74-81.
- [4] 赵进文,范继涛. 经济增长与能源消费内在依从关系的实证研究[J]. 经济研究, 2007(8): 31-41.
- [5] 马伯钧. 消费结构优化是衡量产业结构优化的标准[J]. 消费经济, 2003(6): 24-33.
- [6] 李永禄,龙茂发. 中国产业经济研究[M]. 成都:西南财经大学出版社, 2001: 247-255.
- [7] 伍海华,金志国,胡燕京. 产业发展论[M]. 北京:经济科学出版社, 2004: 312-313.
- [8] 林善炜. 中国经济结构调整战略[M]. 北京:中国社会科学出版社, 2003: 213-221.
- [9] 干春晖. 产业经济学[M]. 上海:上海财经大学出版社, 2007: 178-182.

## Quantitative Model Based on Industrial Structure Rationalization of the Energy Structure of Hunan Province

WANG Han-bao, DAI Jian-yong, LIU Sheng-xue  
(University of South China, Hengyang 421001, China)

**Abstract:** Energy is the basis of socio-economic development, the rationalization of the energy structure plays a basic role in regional economic development. Rationalization of industrial structure is the key that the successful realization of the industrial structure determines the effect in the future. In this paper, the survey starts in the background of the status of the energy industry in Hunan Province. With the theoretical perspectives and input-output approach, a rationalization quantitative model of the energy industry in Hunan Province has been built. According to the standards of the rational industrial structure, the energy industry sectors in Hunan Province are analyzed, with a reasonable method of adjusting and controlling. Finally, the survey proposes the rational strategies and advices.

**Key words:** energy structure; quantitative model; rationalization; adjustment