

# 中国煤炭需求: 模型比较与预测

叶国兴<sup>1</sup>, 李丕东<sup>1</sup>, 陈 帅<sup>2</sup>

(1.厦门大学 金融系, 福建 厦门 361005; 2.集美大学 诚毅学院, 福建 厦门 361007)

**摘要:** 文章在分析中国煤炭供给和需求影响因素的基础上, 采用联立方程模型估计中国煤炭供需的各种弹性系数, 预测未来煤炭需求及其环境影响, 并与单方程模型进行比较。结果表明在年均 10% 的高经济增长率假设下, 联立方程预测 2015 年中国煤炭需求可能达到 35 亿吨, 其污染物排放量将增加 40% 左右。在考虑煤炭供需相互反馈效应的情况下, 联立方程的估计系数比单方程的估计系数大, 预测值也较大。

**关键词:** 中国煤炭需求; 联立方程; 预测

**中图分类号:** F224.7 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-6487(2008)04-0097-02

## 0 引言

中国是世界最大的煤炭生产和消费国。根据 BP 能源统计数据, 2006 年全球煤炭生产总量为 62 亿吨, 其中, 中国煤炭产量 23.8 亿吨, 占世界煤炭产量的 38.4%; 2006 年世界煤炭消费总量为 3090.1 百万油当量, 其中, 中国煤炭消费总量为 1191.3 百万油当量, 占世界煤炭消费总量的 38.6%。而从中国的一次能源生产和消费结构来看, 煤炭的比重从 1978 年以来一直保持在 2/3 左右。煤炭在中国能源产业上的重要性不言而喻。煤炭作为中国主要一次能源消费形式的状况在相当长的一段时间内不会改变, 它是中国当前和未来经济高速增长的主要能源保障。因此, 在立足中国煤炭行业和煤炭价格机制具体特点的基础上, 对中国煤炭的需求进行建模和分析就有很强的现实指导意义。本文将在分析煤炭供需影响因素的基础上, 建立煤炭供需的联立方程模型, 并与单方程模型进行比较。

## 1 模型与数据

联立方程系统是包含未知参数的一组方程。它的一般形式如下:

$$f(y_t, x_t, \beta) = \varepsilon_t \quad (1)$$

其中,  $y_t$  是内生变量向量,  $x_t$  是外生变量变量,  $\varepsilon_t$  是可能存在序列相关的误差向量。联立方程对所有方程的参数同时进行估计, 克服了单方程估计方法无法反映方程之间相互作用的缺点, 能得到更为理想的估计结果, 从而在经济理论中得到广泛的运用, 特别是用于供需均衡的分析和宏观经济的多方程模型中。因此, 本文将采用联立方程模型来估计中国的煤炭供需, 这样就能将煤炭供需之间通过价格相互影响的作用考虑在内, 也即考虑方程之间的即时反馈效应。同时, 为了方便比较, 本文还将采用单方程最小二乘估计法单独估计需求和供给方程。

本文采用  $Q^d$  表示  $t$  年的煤炭消费量;  $Q^s$  表示  $t$  年的煤炭供应量;  $Y_t$  表示  $t$  年的 GDP;  $P_t$  表示  $t$  年的煤炭工业出厂价格指数;  $M_t$  表示  $t$  年的重工业比例, 用重工业增加值占工业总增加值的比例来衡量;  $E_t$  表示  $t$  年的石油产量。样本区

为 1980 年 -2006 年, 数据均直接来自各年的《中国统计年鉴》、《中国工业经济统计年鉴》、《中国能源统计年鉴》、国家统计局的统计公报或根据其中数据计算而得, 对所有的变量取对数形式, 分别用  $LQ^d$ 、 $LQ^s$ 、 $LY_t$ 、 $LP_t$ 、 $LM_t$  和  $LE_t$  表示, 那么估计所得的系数就是弹性系数。联立方程模型如下:

$$LQ_t^d = \alpha_0 + \alpha_1 LY_t + \alpha_2 LP_t + \alpha_3 LM_t + \varepsilon_t \quad (2)$$

$$LQ_t^s = \beta_0 + \beta_1 LP_t + \beta_2 LP_{t-1} + \beta_3 LE_{t-1} + v_t \quad (3)$$

$$LQ_t^d = LQ_t^s \quad (4)$$

其中,  $\alpha_1$  表示煤炭需求的收入弹性,  $\alpha_2$  表示煤炭需求的价格弹性,  $\alpha_3$  表示煤炭需求的经济结构弹性;  $\beta_1$  和  $\beta_2$  表示供给价格弹性,  $\beta_3$  表示煤炭的替代弹性。  $\varepsilon_t$  和  $v_t$  表示误差项。

## 2 实证结果

### 2.1 单方程需求的估计结果

$$LQ_t^d = 10.03 + 0.54LY_t - 0.57LP_t + 0.73LM_t \quad (5)$$

(42.80) (8.77) (-5.30) (5.80)

括号内为  $t$  统计值, 各系数均显著异于零, 且系数符号符合经济意义。调整后的拟合优度 = 0.97, DW 统计量为 1.348。序列相关检验和异方差检验表明方程在 1% 的显著性水平下不存在自相关和异方差。

结果表明, 需求的收入弹性系数为 0.54, 也即国民收入增加 1%, 煤炭需求将增加 0.54%; 价格弹性系数为 -0.57, 也即价格增加 1%, 需求会下降 0.57%; 结构弹性系数为 0.73, 也即重工业比例上升 1%, 煤炭需求将上升 0.73%。

### 2.2 单方程供给的估计结果

$$LQ_t^s = 0.56LP_t - 0.43LP_{t-1} + 1.13LE_t \quad (6)$$

(4.05) (-3.06) (93.41)

常数项不显著, 被我们从方程中剔除, 括号内为  $t$  统计值, 各系数均显著异于零。调整后的拟合优度  $R^2 = 0.96$ , DW 统计量为 1.227。序列相关检验和异方差检验表明方程在 1% 的显著性水平下不存在自相关和异方差。

结果表明, 供给价格弹性系数为 0.56, 表明当期煤炭价格上升 1%, 供给上升 0.56%; 但滞后一期的煤炭供给价格弹性系数为 -0.43; 替代弹性系数为 1.13。

### 2.3 联立方程估计结果

虽然上述煤炭需求方程和供给方程的各项检验都能通过,表明这两个方程能较好的刻画煤炭的需求行为和供给行为,但是它们并没有反映供给需求之间的相互影响,这里,我们联立这两个方程,以反映供给和需求之间的即时反馈效应,采用两阶段最小二乘法进行估计。估计方程如下:

$$LQ_t^d = 10.16 + 0.63LY_t - 0.75LP_t + 0.84LM_t \quad (7)$$

$$LQ_t^s = 0.94LP_t - 0.80LP_{t-1} + 1.13LE_t \quad (8)$$

$$LQ_t^d = LQ_t^s \quad (9)$$

各系数均是显著的,两个方程都有较好的拟合优度。方程的残差交叉相关图表明两个残差序列不相关,模型拟合较好。

表 1 单方程和联立方程系数一览表

	单方程模型	联立方程模型
需求方程		
价格弹性	-0.57	-0.75
收入弹性	0.54	0.63
结构弹性	0.73	0.84
供给方程		
价格弹性	0.56	0.94
滞后供给价格弹性	-0.43	-0.8
能源替代弹性	1.13	1.13

从表 1 可以看出,对于需求方程和供给方程,在考虑即时反馈效应的情况下,所有系数的大小都提高了。而联立方程所估计的各项弹性系数也与林伯强等(2003)的估计结果较为接近。

### 3 模型预测

我们在重工业比例保持不变,GDP年平均增长率为10%,煤炭工业出厂价格增长率为3%的假设下,采用单方程模型进行预测。并在假设石油产量年平均增长率为1%的情况下,采用联立方程进行预测。预测结果见表2。

表 2 模型预测比较 (单位:亿吨)

年份	单方程预测		联立方程预测	
	8%GDP增长率	10%GDP增长率	8%GDP增长率	10%GDP增长率
2007	24.20	24.67	24.87	25.41
2008	24.96	25.68	25.69	26.45
2009	25.75	26.72	26.54	27.54
2010	26.56	27.82	27.41	28.67
2011	27.40	28.95	28.32	29.84
2012	28.26	30.14	29.25	31.06
2013	29.15	31.37	30.22	32.34
2014	30.07	32.65	31.22	33.66
2015	31.01	33.98	32.25	35.04

联立方程的预测结果表明,在10%的GDP增长假设下,到2015年煤炭消费量将达到35.04亿吨,而在8%的GDP增长假设下,到2015年煤炭消费量将达到32.25亿吨;而单方程的预测结果表明在两种不同GDP增长率假设下,2015年的煤炭消费量将分别达到33.98亿吨和31.01亿吨。

### 4 污染排放预测

根据煤炭需求预测值,我们可以预测煤炭燃烧的污染物排放量。我们以最近3年煤炭的各种废气排放系数的平均值作为未来的排放系数。其中,燃煤的二氧化碳排放系数来自美国能源信息局(EIA);以中国的工业二氧化硫排放量作为燃

煤二氧化硫排放系数;氮氧化物排放系数以国家环保总局数据近似计算。预测结果如表3。表明在现有环境标准不变的情况下,到2015年,燃煤所导致的主要污染排放量和二氧化碳排放量将比2007年增加40%左右,形成较大的环境压力。

表 3 污染物排放预测 (单位:亿吨)

年份	高经济增长率下的联立方程预测值	二氧化碳排放	二氧化硫排放	氮氧化物排放
2007	25.41	46.34	0.275	0.160
2008	26.45	48.24	0.287	0.166
2009	27.54	50.22	0.298	0.173
2010	28.67	52.27	0.311	0.180
2011	29.84	54.42	0.323	0.188
2012	31.06	56.65	0.337	0.195
2013	32.34	58.97	0.350	0.203
2014	33.66	61.39	0.365	0.212
2015	35.04	63.91	0.380	0.220

## 5 结论与建议

比较单方程和联立方程的估计结果,我们可以看出联立方程的回归系数相比单方程的回归系数均有不同程度的提升,反映出了煤炭供给和需求之间的相互作用。联立方程的预测结果表明在10%的GDP增长率的假设下,2015年的煤炭消费量将达到35亿吨左右;而在8%的GDP增长率假设下,2015年的煤炭消费量将达到32.25亿吨,两者均比单方程预测值来得高,而林伯强等(2007)在GDP增长率为8%的假设下,采用协整技术对2015年中国的长期均衡煤炭需求预测值为31.5亿吨,两者的预测结果较为接近。污染物预测表明在保持现有环保标准情况下,到2015年主要污染物排放量将增加40%左右。

煤炭燃烧是中国环境污染的主要来源之一,其原因在于煤炭价格没有将环境成本考虑在内。随着煤炭需求的逐步提高,中国的环境压力也必然随之加大。长期而言,征收资源税和环境税,或者实现将环境成本内部化是从根本上解决煤炭污染的一个重要举措。但短期内,中国面临由于国际油价提升带来的成本推动型通货膨胀以及由于国内流动性过剩而带来的需求拉动型通货膨胀的双重压力,而且,中国也没有有效的能源价格风险规避手段,因此,短期内对煤价采用适当的控制仍然是必要的。

#### 参考文献:

- [1]Mudit Kulshreshtha and Jyoti K. Parikh, Modeling Demand for Coal in India: Vector Autoregressive Models with Cointegrated Variables[J].Energy,2000,25.
- [2]Pindyck R. S. The Structure of World Energy Demand. Cambridge [M]. MA: MIT Press,1980.
- [3]Watkins G.C.Short - and Long - term Equilibria :Relationship between First and Third Generation Dynamic Factor Demand Models[J]. Energy Economics,1991,13.
- [4]荆全忠,张健.GM(1,1)模型在煤炭需求预测中的应用[J].中国煤炭,2004,(1).
- [5]林伯强,魏巍贤,李丕东.中国长期煤炭需求:影响与政策选择[J].经济研究,2007,(2).
- [6]宁云才.煤炭需求预测的复合小波神经网络模型[J].煤炭学报,2007,(2).
- [7]王立杰,孙继湖.基于灰色系统理论的煤炭需求预测模型[J].煤炭学报,2002,(3).

(责任编辑/浩天)