

# 1999年至2007年期间中国人均柴油需求弹性

曹静, 谢阳

(清华大学 经济管理学院 经济系, 北京 100084)

**摘要:** 为考察燃油税改革带来的柴油价格变化、居民收入变化对中国人均柴油需求的可能影响, 该文应用1999年至2007年中国分地区年度柴油价格及其他宏观数据, 使用滞后内生变量模型对中国柴油需求弹性进行了计量经济学的估计。结果表明: 中国人均柴油需求的短期价格弹性为-0.33、收入弹性为0.65; 长期价格弹性为-0.86、收入弹性为1.70。该研究发现短期柴油需求弹性较长期低, 柴油税对提高柴油使用效率的激励效率在短期较低, 短期与长期的需求弹性估计与西方国家相似, 但收入弹性高于西方国家估计值, 另外长期效应大于短期效应, 说明中国人均柴油需求具有其他国家类似的较强的粘滞性。

**关键词:** 柴油需求; 价格弹性; 收入弹性; 长期和短期弹性; 滞后内生变量模型

中图分类号: F 416.22

文献标志码: A

文章编号: 1000-0054(2011)02-0244-04

## Diesel demand per capita elasticities in China, 1999—2007

CAO Jing, XIE Yang

(Department of Economics, School of Economics and Management,  
Tsinghua University, Beijing 100084, China)

**Abstract:** The goal of this study is to analyze the diesel demand responses due to price and income changes related to China's fuel tax reform. This study uses a lagged endogenous model with provincial yearly aggregated panel data for 1999—2007. The results show that China's diesel demand per capita short term price elasticity was -0.33, the short term income elasticity was 0.65, the long term price elasticity was -0.86 and the long term income elasticity was 1.70. Thus, the short term price elasticity is less than the long term price elasticity, so reduction of the diesel fuel tax is ineffective in enhancing diesel use efficiency in the short term. These estimates of the demand price elasticities are similar to findings in western countries while the income elasticities are higher than in western countries. The long-term effects far exceed the short-term effects, so there is a high stickiness in China's diesel demand per capita in other countries.

**Key words:** diesel demand; price elasticity; income elasticity; long term and short term elasticity; lagged endogenous

模型

燃油需求的弹性对燃油需求预测、环境经济政策的设计和实施都很重要。以燃油税税率水平设计过程为例, 燃油需求的弹性是需要考虑的重要因素。从税源稳定的角度看, 较低的价格弹性和较高的收入弹性都有利于税源的稳定; 从税收总额的角度看, 小于1的价格弹性意味着燃油税税率的小幅提高会增加税收总额; 从税负分担的角度看, 较高的收入弹性意味着燃油税的累进性质, 收入多者或收入较高的地区面临相对收入份额更高的税赋份额; 从燃油税提高燃油使用效率的角度看, 较高的价格弹性意味着燃油税能够成为对燃油使用效率提高的有效激励。

柴油是中国燃油消费最重要的油品种类之一。根据国家统计局工业交通统计司等(1997—2008)中数据计算显示: 在能源标准量意义上, 柴油一直是中国终端能源消费的最大油品种类。根据《中国能源统计年鉴》的统计数据计算, 中国终端柴油能源消费标准量占终端油品合计能源消费标准量的比例从1996年的29.39%稳步提升至2007年的36.60%。因此, 对中国柴油需求弹性进行测算有助于中国燃油税改革的设计和实现。

由于燃油需求弹性测算的重要意义, 国际上很多学者对各国的燃油需求弹性进行了研究。Dahl和Sterners的综述印证了滞后内生变量模型的广泛应用和对面板数据的重视<sup>[1]</sup>。Esprey应用1966年至1997年发表的100篇论文的结果进行了分析, 发现线性模型和对数线性模型的估计结果差别不大<sup>[2]</sup>。Graham和Glaister的综述表明长期收入弹性大于1, 短期收入弹性、长期价格弹性、短期价格弹性的绝对值均小于1<sup>[3]</sup>。Goodwin等发现长期弹

收稿日期: 2010-02-14

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(70803026)

作者简介: 曹静(1977—), 女(汉), 安徽, 副教授。

E-mail: caojing@sem.tsinghua.edu.cn

性一般是短期弹性的 2 倍至 3 倍, 收入弹性一般是价格弹性的 1.5 倍至 3 倍<sup>[4]</sup>, 这些结果量化了 Graham 和 Glaister 的定性观点。根据以上这些研究的结果, 西方国家燃油需求弹性范围一般为: 短期需求弹性(-0.20~-0.30); 长期需求弹性(-0.58~-0.80); 短期收入弹性(0.35~0.55); 长期收入弹性(0.88~1.30)。但一些更近的研究发现, 时间段的选择也很重要, 如果交通系统已经成熟, 加上公民对机动车依赖程度的提高等因素, 则短期价格弹性可能更低, 如 Highes 的研究发现美国气候需求短期弹性在 1975~1980 年期间为(-0.20~-0.30), 但 2001~2006 年间仅为(-0.03~-0.08)。

虽然国外燃油弹性的文献较多, 但中国燃油需求弹性的研究非常少<sup>[7-8]</sup>。其中尹兴中和衷楠的 2 例研究数据样本相对较小, 应用了宏观数据和国家统计局计算的燃料价格指数, 缺少燃油产品的实际价格数据, 因此都未得到显著的弹性估计结果组合。针对这些问题, 本文根据 1999—2000 年的中国柴油消费的面板数据, 采用滞后内生变量模型对中国柴油需求弹性进行计量经济学的估计。

## 1 模型

采用国际上广泛应用的滞后内生变量模型, 即假设当期燃油需求为当期燃油真实价格、当期收入和前期燃油需求的函数。Dahl 和 Sterner 的综述印证了这一模型易于解释、对数据质量的要求不高、统计适应性强<sup>[1]</sup>。滞后内生变量模型的建立过程与 Sterner 所详细描述的情形类似<sup>[8]</sup>, 在此不再赘述, 待估的人均柴油需求模型为:

$$\ln D_t = \alpha \ln D_{t-1} + \beta \ln P_t + \gamma \ln I_t + c + \varepsilon \quad (1)$$

其中:  $D_t$  为  $t$  期的人均柴油需求,  $P_t$  为  $t$  期的真实柴油价格,  $I_t$  为  $t$  期的真实人均收入,  $c$  为常数项,  $\varepsilon$  为随机误差项。应用模型(1)的估计结果可以测算出中国人均柴油需求的弹性如表 1 所示。

表 1 基于模型(1)的人均柴油需求弹性计算方法

人均柴油需求弹性	价格弹性	收入弹性	滞后项
短期	$\beta$	$\gamma$	$\alpha$
长期	$\beta/(1-\alpha)$	$\gamma/(1-\alpha)$	

## 2 数据

采用的面板数据为 1999—2007 年中国 30 个省级地区(北京、天津、河北、山西、内蒙古、辽宁、吉林、

黑龙江、上海、江苏、浙江、安徽、福建、江西、山东、河南、湖北、湖南、广东、广西、海南、重庆、四川、贵州、云南、陕西、甘肃、青海、宁夏和新疆)的人均地区生产总值(GRP)、人口和居民消费价格指数(CPI)数据来源于国家统计局年度数据库(2010), 柴油消费实物量数据来源于《中国能源统计年鉴》能源平衡表以及国家统计局工业交通统计司等(1997—2008), 柴油价格原始数据来源于《国际石油经济》统计数据(1999—2008)。

根据分地区 CPI 和余芳东<sup>[9]</sup>以北京 2005 年为基地基期的地区居民消费差价指数(Spatial CPI, SPCI), 计算 1999—2007 年期间的 SCPI 以调整价格和收入<sup>[12]</sup>。模型(1)中人均柴油需求由柴油消费实物量和人口计算, 真实柴油价格由柴油价格和 SCPI 计算, 真实人均收入由人均 GRP 和 SCPI 计算。表 2 列出回归变量的统计特征:

表 2 主要回归变量的统计特征

变量	观测值量	平均值	标准差	最小值	最大值
$D_t$	257	-2.868	0.688	-4.353	-1.423
$P_t$	241	8.326	0.213	7.722	8.780
$I_t$	270	9.407	0.573	8.023	10.993

## 3 估计过程和结果

### 3.1 估计方法讨论

选用中国分地区年度面板数据, 样本范围基本覆盖全部省级地区, 计量方法考虑固定效应模型而非随机效应模型。Maddala 援引 Nerlove 的 Monte Carlo 方法实验结果, 说明应用组内固定效应模型估计滞后内生变量模型易导致滞后项估计结果偏小而价格项和收入项估计结果偏大<sup>[10-12]</sup>。

综合考虑上述情况, 采用 Pock 方法, 即首先用 Hausman 检验比较单方面固定效应模型和随机效应模型, 再应用  $F$  检验比较单方面固定效应模型和双方面固定效应模型<sup>[13]</sup>, 最后估计一个静态模型对滞后内生变量模型的结果进行稳定性检验。

### 3.2 动态模型的估计结果和比较

单方面固定效应模型意即固定效应中仅包含与地区有关的因素, 该模型应用最小二乘法进行估计; 随机效应模型应用广义最小二乘法进行估计; 双方面固定效应模型意即固定效应中包含与地区有关的因素和与时期有关的因素, 该模型应用最小二乘法进行估计。估计和比较检验的结果如表 3 所示。

表 3 单方面固定效应模型、随机效应模型和双方面固定效应模型估计动态模型的结果和比较

	$\ln D_{t-1}$	$\ln P_t$	$\ln I_t$	样本量	$R^2$	Hausman 检验	$H_0$ : 随机 效应 $H_1$ : 单方面 固定效应	$F$ 检验	$H_0$ : 单方面 固定效应 $H_1$ : 双方面 固定效应
						$\chi^2(3)$	$p$ 值	$F(7, 157)$	$p$ 值
单方面固定效应	0.62* (-10.18)	-0.33*** (-2.06)	0.65*** (-5.59)	197	0.998				
随机效应	0.84*** (-24.48)	0.09 (-1.34)	0.14*** (-3.23)	197	0.940	42.44	0	1.79	0.094
双方面固定效应	0.63*** (-10.35)	-0.32 (-1.26)	0.84* (-3.16)	197	0.998				

注: 括号中数字为检验稳定性的  $t$  统计量(固定效应)和  $z$  统计量(随机效应); \*、\*\*和\*\*\* 分别标记显著性水平为 5%、1% 和 0.5% 的情况。

Hausman 检验  $p$ -值小于 0.5%, 可见单方面固定效应模型显著优于随机效应模型。 $F$  检验显示在 5% 显著性水平下不能拒绝单方面固定效应模型, 因此应用单方面固定效应模型的估计结果计算得到中国人均柴油需求弹性如表 4 所示。

表 4 1999 年至 2007 年期间中国人均柴油需求弹性

人均柴油需求	价格弹性	收入弹性	滞后项
短期	-0.33	0.65	0.62
长期	-0.86	1.70	

### 3.3 结果稳定性检验: 静态模型

Sterner 认为, 简单静态模型估计的价格弹性结果和其他动态模型的短期价格弹性估计结果接近,

表 5 单方面固定效应模型、随机效应模型和双方面固定效应模型估计静态模型的结果和比较

	$\ln P_t$	$\ln I_t$	样本量	$R^2$	Hausman 检验	$H_0$ : 随机 效应 $H_1$ : 单方面 固定效应	$F$ 检验	$H_0$ : 单方面 固定效应 $H_1$ : 双方面 固定效应
					$\chi^2(2)$	$p$ -值	$F(8, 190)$	$p$ -值
单方面固定效应	-0.32* (1.70)	1.26*** (9.77)	230	0.996				
随机效应	-0.10 (0.70)	1.10*** (12.19)	230	0.657	6.32	0.043	0.9	0.516
双方面固定效应	-0.67 (1.94)	1.18*** (3.62)	230	0.996				

注: 括号中数字为检验稳定性的  $t$  统计量(固定效应)和  $z$  统计量(随机效应); \*、\*\*和\*\*\* 分别标记显著性水平为 10%、5% 和 1% 的情况。

比较动态模型与静态模型的估计结果, 静态模型的价格弹性(-0.32)略低于动态模型估计的短期价格弹性(-0.33), 但差别极小(约 1.85%), 可以忽略; 静态模型的收入弹性(1.26)和动态模型的长期收入弹性均明显高于动态模型的短期收入弹性(0.65)。这与 Sterner 所述相符, 说明动态模型的估

而收入弹性结果和动态模型的长期收入弹性估计结果接近<sup>[8]</sup>。为检验单方面固定效应模型应用 panel 数据估计结果的稳定性, 应用相同估计方法对静态模型(2)进行了估计:

$$\ln D_t = \beta \ln P_t + \gamma \ln I_t + c + \varepsilon \quad (2)$$

该模型与动态模型(1)相比去掉了滞后内生变量。3 种模型的估计方法同上节, 估计和比较检验的结果如表 5 所示。由表 5 可见, Hausman 检验  $p$ -值小于 5%, 因此单方面固定效应模型优于随机效应模型。 $F$  检验结果显示在 10% 显著性水平下不能拒绝单方面固定效应模型。人均柴油需求静态模型经单方面固定效应模型估计, 价格弹性为 -0.32, 收入弹性为 1.26。

计结果比较稳定, 价格弹性估计未有偏高情况<sup>[8]</sup>。

## 4 结果分析

测算得到 1999—2007 年期间中国人均柴油需求短期价格弹性为 -0.33; 短期收入弹性为 0.65; 长期价格弹性为 -0.86; 长期收入弹性为 1.70。富

有弹性; 收入效应是价格效应的 1.97 倍, 长期效应是短期效应的 2.61 倍。

与针对世界各国燃油需求弹性的研究结果相比, 计算所得到的短期价格弹性较 Graham 和 Glaister 和 Goodwin 的高值(-0.30) 略高, 但高出幅度很小; 短期收入弹性较 Graham 和 Glaister 的高值(0.55) 略高, 但高出幅度不大; 长期价格弹性接近 Espey 的结果(0.88); 长期收入弹性高于 Graham 和 Glaister 的高值(1.30), 符合其关于长期收入效应富于弹性的结论; 收入效应相比价格效应和长期效应相比短期效应的倍数均符合 Graham 和 Glaister 给出的范围(1.5 倍至 3 倍和 2 倍至 3 倍)<sup>[2-4]</sup>。得到的价格弹性明显高于 Hughes 关于美国 2001 年至 2006 年期间价格弹性的高值(-0.08)<sup>[5]</sup>。

这组结果说明: 当柴油价格上升 1%, 柴油人均需求在短期内会降低 0.33%, 在长期内会降低 0.86%; 当人均国民收入提高 1%, 柴油人均需求在短期内会提高 0.65%, 在长期内会提高 1.70%。短期和长期价格弹性均小于 1, 有利于柴油税的税源稳定, 同时意味着小幅提高柴油税会增加柴油税收总额, 但柴油税对提高柴油使用效率的激励效率较低。短期收入弹性小于 1, 说明中国柴油税短期内在不同地区间是累退的, 收入少的经济体面临相对收入份额更高的税赋份额; 长期收入弹性大于 1, 有利于柴油税的税源稳定, 同时说明中国柴油税在长期内不同地区间是累进的, 收入多的经济体面临相对收入份额更高的税赋份额。收入效应约是价格效应的 1.97 倍, 说明收入效应比价格效应大, 这与其他国家情形类似。长期效应是短期效应的 2.61 倍, 说明中国人均柴油需求有与其他国家类似的较强的粘滞性。

## 5 结 论

应用 1999 年至 2007 年期间中国分地区年度 panel 数据建立滞后内生变量模型测算了中国人均柴油需求弹性, 估计结果通过了稳定性检验。笔者发现中国人均柴油需求的短期价格弹性为-0.33, 短期收入弹性为 0.65, 长期价格弹性为-0.86, 绝对值均小于 1; 长期收入弹性为 1.70, 大于 1; 收入效应是价格效应的 1.97 倍, 收入效应高于价格效益; 长期效应是短期效应的 2.61 倍, 长期效应高于短期效应。

这一组结果中短期价格弹性、短期收入弹性和长期收入弹性略高于世界各国情况, 长期价格弹性和国际情况类似; 收入效应和价格效应及长期效应和短期效应的关系同其他针对世界各国燃油需求弹

性的研究结果类似。

对中国柴油人均需求弹性的估计表明柴油税对提高柴油使用效率的激励效率较低, 小幅提高柴油税会增加柴油税收总额; 短期内中国柴油税在不同地区间是累退的, 收入少的经济体面临相对收入份额更高的税赋份额; 长期内中国柴油税在不同地区间是累进的, 收入多的经济体面临相对收入份额更高的税赋份额; 中国人均柴油需求有与其他国家类似的较强的粘滞性。

## 参考文献 (References)

- [1] Dahl C, Sterner T. Analyzing gasoline demand elasticities: A survey [J]. *Energy Economics*, 1991, 13(3): 203-210.
- [2] Espey M. Gasoline demand revisited: An international meta analysis of elasticities [J]. *Energy Economics*, 1998, 20(3): 273-295.
- [3] Graham D, Glaister S. The demand for automobile fuel: A survey of elasticities [J]. *Journal of Transport Economics and Policy*, 2002, 36(1): 1-26.
- [4] Goodwin P, Dargay J, Hanly M. Elasticity of road traffic and fuel consumption with respect to price and income: A review [J]. *Transport Reviews*, 2004, 24(3): 275-292.
- [5] Hughes J, Knittel K, Sperling D. Evidence of a shift in the short-run price elasticity of gasoline demand [J]. *The Energy Journal*, 2008, 29(1): 113-134.
- [6] 尹兴中. 燃油税——国际比较与分析 [D]. 北京: 清华大学经济管理学院, 2005.  
YIN Xingzhong. Fuel Tax: International Comparative Analysis [D]. Beijing: School of Economics and Management, Tsinghua University, 2005. (in Chinese)
- [7] 衷楠. 汽油需求弹性分析 [D]. 北京: 清华大学经济管理学院, 2009.  
ZHONG Nan. Analysis on Gasoline Demand Variables Elasticities [D]. Beijing: School of Economics and Management, Tsinghua University, 2009. (in Chinese)
- [8] Sterner T. *International Energy Economics* [M]. 1st ed. London, UK: Chapman & Hill Publishing Co., 1992, 65-80.
- [9] 余芳东. 中国城镇居民消费价格和实际收入地区差距的比较研究 [J]. *统计研究*, 2006, 23(4): 3-7.  
YU Fangdong. Comparative study on consumer price levels and real income between regions in China [J]. *Statistical Research*, 2006, 23(4): 3-7. (in Chinese)
- [10] Maddala G. The use of variance components models in pooling cross section and time series data [J]. *Econometrica*, 1971, 39(2): 341-358.
- [11] Nerlove M. Experimental evidence on the estimation of dynamic economic relations from a time series of cross sections [J]. *Economic Studies Quarterly*, 1967, 18(3): 42-74.
- [12] Nerlove M. Further evidence on the estimation of dynamic economic relations from a time series of cross sections [J]. *Econometrica*, 1971, 39(2): 359-382.
- [13] Pock M. Estimation of gasoline demand function [EB/OL]. (2010-05-28), <http://homepage.univie.ac.at/robert.kunst/pan05pock.pdf>.