

油气价格弹性对 LNG 汽车应用推广的影响

谭金会¹ 何太碧¹ 涂海滨¹ 张洋¹ 卿平¹ 张良勇²

1. 西华大学汽车与交通学院 2. 四川化工职业技术学院

摘要 油气价格波动与 LNG 汽车的发展密切相关, 在油价下调、气价上升的形势下, LNG 汽车的价格优势愈发不明显, 其推广面临着严峻的挑战。四川省“富气贫油”的能源结构为 LNG 汽车的发展提供了良好的先决条件, 该省也成为全国 LNG 汽车应用推广的一个典型代表, 但在实际推广过程中仍遇到了瓶颈。为此, 构建了油、气价格变动对 LNG 汽车需求量影响的双对数需求函数模型; 根据四川省 2003—2015 年的油气价格及 LNG 汽车保有量数据, 运用 Eviews 软件计算了理论模型的相关参数, 并对其进行检验和分析。结果表明: ①四川省 LNG 汽车呈现刚性需求——气价每增长 1%, LNG 汽车需求量增长 1.84%; ②汽油和柴油是天然气的替代能源, 油价每降低 1%, LNG 汽车的需求量则减少 4.73%, 这也是低油价形势下 LNG 汽车需求量剧烈下降的主要原因。结论认为: ①燃气价格、燃油价格、人均 GDP 等影响 LNG 汽车需求量的直接因素占总影响因素的 63.99%, 间接表明政策等因素会对 LNG 汽车的需求量产生重要的影响; ②燃油价格的变动给 LNG 汽车需求量造成的影响比人均 GDP、燃气价格更为显著, 建议有关部门实行油气价格联动, 以控制油气价格比。

关键词 LNG 汽车 数理经济学 计量经济学 双对数模型 价格弹性 低油价 价格联动 油气价格比

DOI: 10.3787/j.issn.1000-0976.2017.10.014

Impact of oil & gas price elasticity on the widespread use of LNG vehicles

Tan Jinhui¹, He Taibi¹, Xu Haibin¹, Zhang Yang¹, Qin Ping¹ & Zhang Liangyong²

(Automobile and Transportation College, Xihua University, Chengdu, Sichuan 610039, China; 2. Sichuan Chemical Vocation Technology College, Chengdu, Sichuan 610039, China)

NATUR. GAS IND. VOLUME 37, ISSUE 10, pp.100-104, 10/25/2017. (ISSN 1000-0976; In Chinese)

Abstract: Oil & gas price fluctuation is closely related to the promotion of LNG vehicles. Under the situation of oil price fall and gas price rise, the previous advantage of LNG vehicles is not so obvious any more that their promotion is now facing challenges. However, the energy structure of "rich in gas & poor in oil" in Sichuan will be a prerequisite for the development of LNG vehicles and Sichuan will become one of the representative provinces to promote LNG vehicles in China, but in the process of which bottleneck issues will be still encountered. In view of this, a double-logarithm demand function model was built reflecting the impact of oil/gas prices on LNG vehicle demand quantity. Based on the basic data of oil/gas prices and LNG vehicle numbers in Sichuan during 2003–2015, the Eviews software was applied to calculate the related parameters of the theoretical model, which was also verified and analyzed. The following findings were obtained. (1) Rigid demand of LNG vehicles is apparent in Sichuan, which is reflected by that a gas price increase of 1% is responded by an LNG vehicle demand rise of 1.84%. (2) Gasoline and diesel are two important alternative vehicle fuels, so an LNG vehicle demand decrease of 4.73% is responded by an oil price decrease of 1%, which is just the reason for the significant sharp fall of LNG vehicle demand. In conclusion, such direct factors as fuel gas & oil prices, GDP per capita, etc. account for 63.99% while the other factors like policy support play a vital role in the rising demand for LNG vehicles. Compared with the other direct factors, the impact of oil price fluctuation is so conspicuous that the oil–gas ratio should be controlled by oil and gas price linkage, the policy of which was suggested to adopt by relevant departments.

Keywords: LNG vehicle; Mathematical economics; Econometrics; Double-logarithm model; Price elasticity; Low oil price; Price linkage; Oil/gas price ratio

基金项目: 四川省教育厅理工科重点项目“天然气汽车高压管路流场特性分析及优化布局设计研究”(编号: 14ZA0106)、四川省哲学社会科学重点研究项目“四川省 LNG 汽车应用推广研究”(编号: W14203328)。

作者简介: 谭金会, 女, 1970 年生, 副教授; 主要从事车辆工程及交通安全工程方面的研究工作。地址: (610039) 四川省成都市金牛区西华大学汽车与交通学院。ORCID: 0000-0002-0484-9701。E-mail: jinhuit@163.com

自 2014 年以来,受全球低油价形势的影响,国内油价不断下调。2015 年 3 月,中华人民共和国国家发展和改革委员会下发《国家发展改革委关于理顺非居民用天然气价格的通知》又要求各地下调增量气和上调存量气价格,这必然会使得车用天然气的价格面临上涨的趋势^[1]。在油价下调、气价上升的形势下,天然气汽车除了环保效益外最吸引人使用的价格优势也愈发不明显,特别是 LNG 汽车的推广,面临着更严峻的挑战。

川渝地区“富气贫油”的能源结构为四川省 LNG 汽车的发展提供了良好的先决条件^[2],该省也成为全国 LNG 汽车(以及整个天然气汽车)应用推广的一个典型代表,但其在推广 LNG 汽车的过程中也遇到了瓶颈。现有关于四川省 LNG 汽车推广的研究主要基于两个方面:①从环保角度,LNG 较 CNG 有更好的理化性质^[3],推广 LNG 汽车能更好地满足环保要求^[4];②从经济技术角度,四川省已有多年推广 CNG 汽车的经验^[5],技术和能源上的保障使得推广 LNG 汽车具有很好的可行性。上述研究对四川省推广 LNG 汽车具有一定的参考意义,但仍不能有效解决当前 LNG 汽车推广过程中面临的现实问题^[6]。为此,笔者通过建立结构方程,选取合适的解释变量,收集恰当的样本数据,用回归分析的方法,研究了车用天然气和汽油、柴油价格变动对四川省 LNG 汽车需求量的影响,以期为相关部门制定科学合理的车用油气价格联动机制提供理论参考,同时为 LNG 汽车的应用推广政策提供决策依据。

1 理论模型的构建及样本数据的收集

1.1 理论模型的构建

首先选择模型解释变量。笔者主要研究的是车用天然气和车用燃油价格变化对 LNG 汽车需求量的影响,因此选择车用天然气的价格为商品的价格^[7],选择车用燃油的价格为相关产品的价格。影响天然气汽车需求量的因素除了传统的燃油汽车的数量外,还应包括新能源汽车^[8],但考虑到新能源汽车所占比重很小,因此只考虑燃油汽车。四川省自 2017 年 1 月起已全面使用国五标准的汽油,但考虑到油价变动的关联性和采集数据的连贯性,笔者采用国四标准的 90 号汽油作为相关产品的代表,反映相关产品的价^[9]。结合相关文献,笔者选择天然气汽车的需求量作为被解释变量,车用天然气的价格、90 号汽油的价格、消费者的收入水平(人均 GDP)作为解释变量^[10]。

其次是建立模型。根据相关经济学理论,结合各需求函数模型的适用条件和模型比对,论文拟采用具有很直观的经济意义(微观经济学中需求的价格弹性)、经常被用到经济学分析中的双对数模型:

$$\ln Q = \beta_0 + \beta_1 \ln G + \beta_2 \ln P_{\text{气}} + \beta_3 \ln P_{\text{油}} + \mu \quad (1)$$

式中 Q 表示 LNG 汽车的需求量,万辆; β_0 、 β_1 、 β_2 、 β_3 表示待估参数; G 表示四川省人均 GDP,万元; $P_{\text{气}}$ 表示车用燃气的价格,元/ m^3 ; $P_{\text{油}}$ 表示车用燃料油的价格,元/L(1 L=0.001 m^3); μ 表示残差项。

1.2 样本数据的收集

首先选择样本。样本数据包括时间序列数据、截面数据、面板数据和虚变量数据等 4 种^[11]。车用燃气的价格和燃料油的价格都是随时间变化的,所以笔者决定采用时间序列数据对模型进行实证分析。

其次确定样本容量。计量经济学的实证研究对样本数据具有很强的依赖性,模型参数的估计需要样本观测值的支持。然而样本数据也并非越多越好,因此就要确定相应的最小样本容量。所谓最小样本容量,即为得到待估参数不考虑其质量所要求的样本容量的下限^[12],即

$$n \geq k + 1 \quad (2)$$

式中 n 表示样本容量; k 表示模型中解释变量的个数。

虽然当 $n \geq k + 1$ 时可以得到参数估计量,但是 n 太小,得到的参数估计量质量不高,此外,样本容量太小,无法开展模型的检验工作。因此至少 $n \geq 3(k+1)$ 时,才能满足模型的基本要求。结合本例,满足基本要求的样本容量为 $n \geq 3(k+1) = 12$ 。

最后选择样本实例。笔者通过查阅四川省统计局、四川省汽车工程学会的相关资料,以及到四川省车辆管理所的实地咨询,得到近 13 年的相关数据如表 1 所示。表 1 中的天然气汽车的需求量是按保有量进行了推算,并以天然气汽车的需求量近似替代 LNG 汽车的需求量(LNG 汽车和 CNG 汽车具有天然的相关性,二者共同构成四川省天然气汽车,作为理论的研究,受限于相关数据的采集,文中采取了近似的替代);气价和油价则是按某一价格在一年中持续的天数进行加权。

2 模型参数的估计及检验

2.1 参数估计

笔者采用 Eviews 软件来进行本案例的回归分析。将样本数据进行拟合,所得结果如图 1 所示。

表1 2003—2015年四川省天然气汽车需求量及相关数据统计表

年份	Q/万辆	G/万元	$P_{气}/(元 \cdot m^{-3})$	$P_{油}/(元 \cdot L^{-1})$
2003	1.45	0.662	1.8	2.8
2004	0.54	0.789	1.8	3.0
2005	0.55	0.906	2.1	3.5
2006	2.79	1.055	2.2	4.0
2007	4.39	1.296	2.7	4.2
2008	2.08	1.550	2.7	4.9
2009	4.94	1.774	2.7	5.5
2010	1.80	2.118	2.7	6.1
2011	7.58	2.613	2.7	6.9
2012	7.59	2.961	4.0	7.1
2013	3.03	3.262	4.0	6.9
2014	2.70	3.513	3.8	7.0
2015	2.89	3.698	3.7	5.7

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob
C	24.653 91	9.649 733	2.554 880	0.030 9
LOG(PQI)	1.835 364	1.917 251	0.957 290	0.363 4
LOG(PYOU)	4.734 287	1.755 070	2.697 492	0.024 5
LOG(G)	-2.457 831	1.338 498	-1.836 261	0.099 5
R-squared	0.639 891	Mean dependent var		10.095 40
Adjusted R-squared	0.519 855	S.D. dependent var		0.864 779
S.E. of regression	0.599 227	Akaike info criterion		2.061 308
Sum squared resid	3.231 659	Schwarz criterion		2.235 139
Log likelihood	-9.398 502	Hannan-Quinn criter.		2.025 578
F-statistic	5.330 817	Durbin-Watson stat		2.518 218
Prob(F-statistic)	0.021 909			

图1 样本拟合结果图

进而可得到回归方程：

$$\ln Q = 24.65 - 2.46 \ln G + 1.84 \ln P_{气} + 4.73 \ln P_{油} \quad (3)$$

(2.55) (-1.84) (0.96) (2.70)

$$R^2 = 0.6399 \quad \bar{R} = 0.5199 \quad F = 5.33$$

式中 R^2 表示可决系数； \bar{R} 表示调整的可决系数； F 表示方程总体的显著性值。

2.2 模型的检验

模型的检验主要包括拟合优度检验和显著性检验。

2.2.1 整体的拟合优度检验

虽然可决系数 (R^2) 统计量 63.99% 不是太高，

但模型依然有效，这是由于：①时间序列数据拟合的参数方程可决系数普遍偏低；②样本数据来自实地调研和权威机构的发布，具有很高的可信度。拟合结果也较符合四川省的实际情况。对天然气汽车需求量的影响因素中，消费者的偏好和消费者对商品未来的预期也是一个重要的方面，只是这些指标难以用时间序列数据表示，因此，笔者未将其作为解释变量。同时研究结果显示，行业的相关政策直接影响消费偏好预期，由拟合结果可推知政策类相关因素影响近 36% 的四川省天然气汽车需求量。

调整的可决系数统计量 (\bar{R}) 是增加样本容量后对拟合结果的一种修正^[13]。自 2013 年以来，持续高气价与持续低油价的双重叠加效应，进一步削弱了天然气汽车的经济性优势。此外电动汽车的激烈竞争，国家对天然气汽车的热度降温致使其需求量大幅下降，如此下去，天然气汽车的需求量会更少。

2.2.2 显著性检验

模型的显著性 (F) 是检验方程总体显著性的一个重要方法。拟合结果 $F = 5.33$ ，查表可知 $F_{0.05}(3, 9) = 3.86$ ，即 $F > F_{0.05}(3, 9)$ ，表明模型总体的线性显著水平达到 95%。

t 检验是检测变量显著性的重要方法。在参数估计完成后，即可得到 t 的数值，根据查表或者相关计算，若能满足：

$$|t| > \frac{t\alpha}{2}(n-k-1) \quad (4)$$

式中 α 表示某一显著水平； n 表示样本数据的个数； k 表示解释变量的个数。则在 $1-\alpha$ 的置信度下该变量是显著的，通过了变量的显著性检验。通过查阅 t 分布表可知： $t_{0.2}(9) = 0.833$ ， $t_{0.15}(9) = 1.100$ ， $t_{0.1}(9) = 1.383$ ， $t_{0.05}(9) = 1.833$ ， $t_{0.025}(9) = 2.262$ ， $t_{0.01}(9) = 2.821$ 。在 $\alpha = 0.05$ 的显著水平下， $\ln P_{油}$ 的参数异于 0，说明车用燃油的线性显著水平达到 95%，即车用燃油价格对 LNG 汽车的需求量具有显著的线性影响。

同理可知，四川省人均 GDP 的线性显著水平达到 90%，车用天然气的线性显著水平达到 60%。这也表明四川省人均 GDP 和车用天然气的价格对 LNG 汽车需求量的影响不及车用燃料油价格显著。

3 相关参数分析

3.1 β_1 的分析说明

通过 Eviews 拟合结果 $\beta_1 = -2.46$ 可知，四川省

人均 GDP 对 LNG 汽车的需求弹性为 -2.46。根据需求弹性的定义这显然不符合需求的一般规律。但是经过分析此结果符合四川省的实际：①四川省的天然气汽车主要是天然气公交车、天然气出租车、政府公务用车、环卫用车等。在政府主导下，公用事业用车几近饱和，加之国家实行公车改革，故 LNG 汽车需求量与人均 GDP 呈现逆向变动；② 2013 年以来的油价持续走低导致 LNG 汽车经济性减弱，需求量下降。

3.2 β_2 的分析说明

通过 Eviews 拟合结果 $\beta_2=1.84$ ，即燃料气的价格每下降 1%，LNG 汽车的需求量减少 1.84%。这与需求定理相矛盾，但深入分析后可知该结论是合理的，其原因是：①四川省富气贫油的能源结构格局助力其 LNG 汽车的推广，一时间内其出现了刚性需求；②政府主导的价格规制使气价在 13 年内未产生剧烈的变动，或者说气价的增长趋势不及天然气汽车刚性需求增长的趋势，这就造就了天然气价格和天然气汽车需求量呈同向变动的矛盾趋势。

3.3 β_3 的分析说明

根据 Eviews 拟合结果 $\beta_3=4.73$ ，即车用燃油的价格对 LNG 汽车需求量的交叉价格弹性为 4.73。即燃料油的价格每上升 1%，LNG 汽车的需求量增加 4.73%。

4 结论与建议

1) 研究表明，燃气价格、燃油价格、人均 GDP 等影响需求量的直接因素占四川省 LNG 汽车需求量影响因素的 63.99%，这也间接表明政策等相关因素会对 LNG 汽车的需求量产生重要的影响。由此建议相关部门加强对 LNG 汽车的政策扶持力度，结合近年来持续严重的雾霾等环境问题强化舆论宣传，促使用户形成对 LNG 汽车的消费偏好，激发和释放其对 LNG 汽车未来的消费预期。同时，政府要加强产业引导，扩大 LNG 汽车应用推广面，促进天然气汽车使用由公用向民用拓展，破解天然气汽车特别是 LNG 汽车推广的瓶颈。

2) 燃油价格变动给 LNG 汽车需求量带来的影响比人均 GDP、燃气价格变动更为显著。2013 年以来，持续高气价与持续低油价的双重叠加效应，进一步削弱了天然气汽车的经济性优势，同时由油气交叉弹性系数可知，燃气和燃油的替代效应非常强，

这便是自 2013 年以来油价开始下调后，LNG 汽车需求量下降的重要原因。因此应进一步深化天然气价格特别是非居民用油气价格的改革，建议有关部门实行油气价格联动，降低天然气价格，将油气（柴油和天然气）价比控制在 1:0.3（根据油气交叉价格弹性系数此值应为 0.22，考虑到研究在做回归分析时，由于数据原因未能将电动汽车等部分新能源汽车考虑在内，结合实际情况建议取 0.3），将天然气价格控制在合理的范围，确保四川省 LNG 汽车健康可持续发展。

参 考 文 献

- [1] 中华人民共和国国家发展和改革委员会. 国家发展改革委关于理顺非居民用天然气价格的通知[R/OL]. (2015-02-26)[2016-12-28]. http://www.ndrc.gov.cn/zcfb/zcfbtz/201502/t20150228_665694.html.
- [2] National Development and Reform Commission. Notice on Rationizing Non-residential Gas Prices by the National Development Reform Commission[R/OL]. (2015-02-26)[2016-12-28]. http://www.ndrc.gov.cn/zcfb/zcfbtz/201502/t20150228_665694.html.
- [3] 何太碧, 黄海波, 林秀兰, 李良君. 中国 LNG 汽车及加气站技术应用分析及推广建议[J]. 天然气工业, 2010, 30(9): 82-86. He Taibi, Huang, Haibo, Lin Xiulan & Li Liangjun. Application analysis and marketing proposals of the LNG vehicles and gas filling stations in China[J]. Natural Gas Industry, 2010, 30(9): 82-86.
- [4] 张立超, 刘怡君. 低碳交通视角下的 LNG 汽车产业现状与前景预测[J]. 中国软科学, 2014(5): 66-75. Zhang Lichao & Liu Yijun. LNG vehicles industry towards low-carbon transportation: Development status and prospect forecast[J]. China Soft Science, 2014(5): 66-75.
- [5] 葛颖恩, 吕杰. 理论、方法、数据: 交通流模型成功三要素[J]. 交通工程, 1997(2): 36-37. Ge Ying'en & Lü Jie. Theory, method and data: Three key factors of good traffic flow model[J]. Journal of Traffic Engineering, 1997(2): 36-37.
- [6] 李泽强, 司景萍. LNG 汽车的应用分析及推广建议[J]. 公路与汽运, 2015(3): 21-24. Li Zeqiang & Si Jingping. The application of LNG vehicle analysis and promoting suggestion[J]. Highways & Automotive Applications, 2015(3): 21-24.
- [7] 温永刚, 陈运文, 樊栓狮, 安成名, 徐文东. LNG 汽车技术发展及其推广应用前景[J]. 石油与天然气化工, 2013, 42(3): 257-260. Wen Yonggang, Chen Yunwen, Fan shuanshi, An Chengming & Xu Wendong. Development of LNG vehicles technology and its prospect of popularization and application[J]. Chemical Engineering of Oil & Gas, 2013, 42(3): 257-260.
- [7] 王惠明, 梁政. LNG 汽车产业发展可行性的模糊分析[J]. 西

- 南石油大学学报(自然科学版), 2012, 34(6): 161-168.
Wang huiming & Liang Zheng. The fuzzy analysis of development feasibilities of the LNG vehicles industry[J]. Journal of Southwest Petroleum University (Science & Technology Edition), 2012, 34(6): 161-168.
- [8] 何太碧, 杨炜程, 晏启鹏. 油气价格与 LNG 汽车市场需求关系的实证研究——以四川省为例 [J]. 天然气工业, 2015, 35(11): 78-82.
He Taibi, Yang Weicheng & Yan Qipeng. The relationship between oil/gas prices and LNG vehicle market demands: A case study from Sichuan province[J]. Natural Gas Industry, 2015, 35(11): 78-82.
- [9] 温馨, 王惠明, 郭凯, 孙维. 四川省 LNG 汽车产业发展前景及推广研究 [J]. 天然气技术与经济, 2015, 9(4): 63-68.
Wen Xin, Wang Huiming, Guo Kai & Sun Wei. Development prospect and popularization of LNG automobile industry in Sichuan province[J]. Natural Gas Technology and Economy, 2015, 9(4): 63-68.
- [10] 李子奈, 潘文卿. 计量经济学 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2003.
Li Zinai & Pan Wenqing. Econometrics[M]. Beijing: Higher Education Press, 2003.
- [11] 高鸿业. 西方经济学 [M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2014.
Gao Hongye. Economics[M]. Beijing: China Renmin University Press, 2014.
- [12] Wegzyn JE, Litzke WL & Gurevich M. DOE/BNL liquid natural gas heavy vehicle program[J/OL]. (1998-08-13)[2016-12-28]. <https://www.osti.gov/scitech/biblio/771104>.
- [13] 王乃静, 李国峰. 基于 Eviews 软件的计量经济学建模检验案例解读 [J]. 数量经济技术经济研究, 2001, 18(10): 94-97.
Wang Naijing & Li Guofeng. A case study of econometric modeling and verification based on Eviews software[J]. The Journal of Quantitative & Technical Economics, 2001, 18(10): 94-97.

(修改回稿日期 2017-09-18 编辑 陈 嵩)

哈萨克斯坦开始向中国出口天然气

哈萨克斯坦天然气运输公司 2017 年 10 月 3 日对外界宣称, 哈萨克斯坦和中国日前签署了一份天然气出口协议, 哈萨克斯坦每年将向中国出口 $50 \times 10^8 \text{ m}^3$ 天然气。

在哈萨克斯坦天然气公司发表的书面声明中指出, 该出口计划将从 2017 年 10 月 15 日开始执行。声明同时表示, 中石油与哈萨克斯坦天然气公司已经签署了出口协议。声明中说, “由于哈中两国签署这份历史性协议, 年出口收入预计将会达到 10 亿美元左右。” 据悉, 哈萨克斯坦西部地区哈萨克斯坦天然气公司地下天然气储存设施输出的天然气将从霍尔果斯边境点输往中国。该声明还强调, 哈萨克斯坦天然气运输公司正努力发展哈萨克斯坦新的欧亚大陆物流基础设施战略计划, 通过把天然气出口到中国将为哈中两国关系作出积极的贡献。

哈萨克斯坦的天然气以往主要出口到欧洲国家, 尤其是地缘临近的中东欧国家。但随着中哈天然气管道一期、二期工程的相继建成, 中国将成为哈萨克斯坦天然气增长潜力巨大的消费市场。

2016 年, 哈萨克斯坦出口天然气 $216 \times 10^8 \text{ m}^3$, 其中向俄罗斯出口天然气 $89 \times 10^8 \text{ m}^3$; 向乌克兰出口天然气 $58.6 \times 10^8 \text{ m}^3$, 占比约 27%; 向瑞士出口天然气 $40 \times 10^8 \text{ m}^3$, 占比约 18.5%; 向波兰出口天然气 $23.7 \times 10^8 \text{ m}^3$, 占比约 11%。2014 年, 哈萨克斯坦仅向中国出口天然气 $4.6 \times 10^8 \text{ m}^3$, 占比约 2%, 且截至 2016 年底没有大的变化。

如果哈萨克斯坦向中国出口天然气的计划成功执行, 那么两国天然气贸易额将在 2016 年的基础上提高 10 倍以上。

(天工 摘编自中国石油新闻中心)