

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

何太碧^{1,2} 杨炜程³ 晏启鹏¹

1.西南交通大学运输与物流学院 2.西华大学汽车与交通学院 3.成都纺织高等专科学校

何太碧等.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.天然气工业,2015,35(11):78-82.

摘 要 燃料价格是影响清洁能源汽车市场发展的一个重要因素,正确认识液化天然气汽车市场需求与燃料价格之间的关系,对于各地区制定 LNG 汽车发展战略具有重要的作用。为此,利用弹性理论中的需求价格弹性模型,以 CNG 的实际数据为参考,分别通过静态对数线性需求模型和动态对数线性需求模型分析了四川省 2005—2013 年的车用天然气价格与天然气汽车需求量之间的关系。结果表明:①在政府价格规制的情况下,天然气汽车的需求价格弹性为 -0.0172 ,表现为缺乏弹性;②在无价格规制且考虑用户价格变动响应滞后的情况下,天然气汽车的短期需求价格弹性和长期需求价格弹性分别为 0.119 和 0.134 ,表现为缺乏弹性,这与被广泛认可的天然气市场具有缺乏短期价格弹性而富有长期价格弹性的特点有所不同;③价格规制抑制了四川省天然气汽车市场的发展;④柴油车用户的 LNG 价格承受能力即将达到上限。最后提出建议:进一步深化天然气价格改革,建立并切实实施科学合理的天然气价格与替代能源价格联动机制,借鉴 CNG 汽车发展经验,加强产业引导,加大扶持力度和宣传力度,加快配套设施建设,完善管理和运行机制,以促进 LNG 汽车市场的快速发展。

关键词 LNG 汽车 需求价格弹性 燃料价格 对数线性需求模型 LNG 价格承受能力 四川省

DOI:10.3787/j.issn.1000-0976.2015.11.012

The relationship between oil/gas prices and LNG vehicle market demands: A case study from Sichuan Province

He Taibi^{1,2}, Yang Weicheng³, Yan Qipeng¹

(1.School of Transportation and Logistics, Southwest Jiaotong University, Chengdu, Sichuan 610031, China; 2. School of Automobile & Transportation, Xihua University, Chengdu, Sichuan 610039, China; 3.Chengdu Textile College, Chengdu, Sichuan 611731, China)

NATUR. GAS IND. VOLUME 35, ISSUE 11, pp.78-82, 11/25/2015. (ISSN 1000-0976; In Chinese)

Abstract: The fuel price is one important factor influencing the development of clean fuel vehicle markets, so it is crucial to understand accurately the relationship between LNG vehicle market demand and fuel price, so that LNG vehicle development strategies in each area can be formulated rationally. In this paper, a case study was conducted on Sichuan Province. Based on the demand price elasticity model of elasticity theories and the real CNG data, analysis was conducted on the relationship between automotive natural gas prices and natural gas vehicle demands in Sichuan Province from 2005 through 2013 by means of static and dynamic log linear demand models. And conclusions are as follows. Firstly, under government price rules and regulations, the demand price elasticity of natural gas vehicles is -0.0172 , in the category of elasticity shortage. Secondly, short-term and long-term demand price elasticity of natural gas vehicles are 0.119 and 0.134 respectively, in the category of elasticity shortage, if there is no price rules and regulations and laggard user price change response is taken into consideration. However, it is different from the characteristics that integrated natural gas is short in short-term price elasticity and rich in long-term price elasticity. Thirdly, the development of natural gas vehicle markets in Sichuan Province is inhibited by the price rules and regulations. And fourthly, affordability of LNG price will soon reach the upper limit for the users of diesel powered vehicles. It was suggested to deepen natural gas price reform further, establish practical and rational interactive systems of natural gas price and alternative energy price. It is necessary to strengthen industry guidance, reinforce support and propaganda, speed up supporting facility construction and perfect management and operation mechanisms in reference to the development experience of CNG vehicles, so as to promote the fast development of LNG vehicle markets.

Keywords: LNG vehicle; Price elasticity of demand; Fuel price; Log linear demand model; Affordability of LNG price; Sichuan Province

基金项目: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:何太碧,1970 年生,教授,硕士研究生导师,工学硕士,博士研究生;主要从事节能与新能源汽车、交通运输规划与管理的教学与研究。地址:(610039)四川省成都市金牛区金周路 999 号西华大学汽车与交通学院。电话:(028)87720078。E-mail:vechile_2001@263.net

液化天然气汽车(LNGV)是继压缩天然气汽车(CNGV)之后发展起来的一种新型环保汽车,是燃气汽车升级换代的重要发展方向。同样作为清洁汽车燃料,LNG较之于CNG具有以下优势:①燃料杂质少、纯度高(个别LNG中甲烷含量能达到99%)、精纯的LNG燃烧更彻底,使发动机性能充分发挥,排放更加洁净;②CNG汽车相对于汽油汽车和柴油汽车,动力性下降5%~15%,而电喷式LNG汽车相对于汽油汽车和柴油汽车,动力下降则不到2%;③LNG储罐为常压低温绝热容器,比CNG高压钢瓶压力要求低,自重降低很多;④LNG常压使用,防撞、抗爆性好,LNGV较之于CNGV更安全;⑤LNG燃料能量密度是CNG的3倍,由于LNG汽车燃料储箱体积小、重量轻,相应提高了汽车装载利用率,续驶里程能超过400 km,同时LNG又能像油品一样运输,具有更强的实用性^[1]。截至2013年底,我国LNG汽车保有量已超过10万辆,LNG加气站数量约1 101座(据不完全统计)。四川省作为天然气大省,在LNG生产、关键技术、LNG整车、LNG加注站建设等方面取得了良好的进展,截至2014年底,LNG汽车数量达到3 046辆,LNG加气站已有26座,推展天然气汽车的车型类别和运行地域、推进LNG汽车应用势在必行。

燃料价格是影响清洁燃料汽车应用推广的重要因素之一,能源的价格弹性也是能源战略所要考虑的一个重要问题,现有文献更多的是把研究平台建立在应用前景分析上,却很少从汽车燃料价格方面和管理机制的层面上来探讨LNG汽车的推广应用问题。为此,笔者以四川省为例,利用需求价格弹性探讨了LNG汽车市场需求与燃料价格之间的关系,并分析了LNG汽车经济效益和用户对LNG价格的承受能力,据此对油气价格与LNG汽车市场需求关系进行实证研究,以期对LNG汽车在各地的推广提供评价依据和决策参考。

1 文献综述

需求价格弹性估计一直是学术界的研究热点之一,并且被广泛应用于能源、房地产等领域,目前已经有大量关于天然气需求价格弹性的文献,见本文参考文献[2-8]。Maddala通过分析美国49个地区的数据,利用收缩估计法,求取出这些地区居民天然气的平均长期价格弹性为-0.381;Renou-Maissant利用超对数模型研究了7个OECD(经济合作与发展组织)国家1960—1993年的能源需求价格弹性,结果表明美国的天然气价格弹性为-0.280,是样本国家中最低的,英国的价格弹性最

高,为-0.650;Narayan和Smyth采用误差修正模型对澳大利亚居民电力需求价格弹性进行估计,短期价格弹性为-0.263,长期价格弹性为-0.541;Lavin利用离散连续选择模型对美国加利福尼亚州的天然气和电的需求价格弹性进行了分析,天然气需求价格弹性为-0.110,气和电的交叉价格弹性为0.850,说明气、电可以相互替代;冯良利用双对数函数模型构建了上海市居民用户天然气需求模型,求出上海的天然气需求弹性为-0.548;高千惠通过实证分析了2001—2010年四川省成都地区的天然气价格与需求的变化情况,得到了天然气短期价格弹性介于0.07~0.59之间,长期价格弹性介于2.29~2.58之间的结论;成金华选取了北京、天津、河北省等十省市的样本数据,并引入价格规制,研究了大华北地区的天然气需求弹性,并以北京、山东、陕西和甘肃为对象,研究了需求弹性的区域差异性。

以往国内外学者对天然气需求价格弹性的研究大多集中于电力部门、工业部门、居民用户以及整个天然气总量上,但天然气用户结构复杂,每一种类型用户的需求价格弹性都不尽相同。正确认识LNG汽车的需求价格弹性,对推广LNG汽车具有十分重要的作用和意义,而目前研究天然气汽车需求价格弹性的文章很少,研究油气价格对天然气汽车需求并由此提出应用推广建议的文献则更少。因此笔者的工作具有紧迫性和必要性。

2 天然气汽车需求价格弹性实证分析

2.1 需求价格弹性模型

对数线性模型的参数具有很直观的经济含义,也就是说能体现弹性概念。因此有关天然气需求价格弹性模型的研究,国内外学者普遍都认可采用对数线性函数及其扩展函数^[9-12]。为此笔者分别利用静态线性对数需求模型和动态线性对数需求模型对天然气汽车的需求价格弹性进行了分析。

2.2.1 静态对数线性需求模型

在计量经济学中,对指数回归模型 $Y_i = \beta_1 X_i^{\beta_2} e^{u_i}$ 等式两边取对数,有 $\ln Y_i = \alpha + \beta_2 \ln X_i + u_i$ 。其中, $\alpha = \ln \beta_1$,为常数, β_2 表示Y对X的弹性系数。

经济发展水平是影响天然气价格的一个重要因素,因而考虑在模型中增加人均GDP,即变量G。目前国内天然气价格是由政府主导的,属于规制价格。因此有必要对模型进行扩展。成金华提出了一种考虑价格规制的模型,他利用等热值法计算出的天然气市场调节的终端价格与规制价格的比值来度量价格规制的影响^[7]。

$$\begin{cases} P_1^{NG} = \sum_{i=1}^m \omega_i R_i P_i^{NG} \\ V = \frac{P_1^{NG}}{P_0^{NG}} \end{cases} \quad (1)$$

式中 P_1^{NG} 表示天然气市场调节终端价格; ω_i 表示替代能源 i 占替代能源消费总量的比例; R_i 表示天然气与替代能源 i 的热值比; P_i^{NG} 表示替代能源 i 的价格; V 表示价格规制变量; P_0^{NG} 表示天然气实际价格。

据此建立了以下模型:

$$\ln Q = \beta_0 + \beta_G \ln G + \beta_{NG} \ln P^{NG} + \beta_V \ln V + \mu \quad (2)$$

式中 Q 表示天然气需求量; β_G 表示人均 GDP 弹性; β_{NG} 表示需求价格弹性; β_V 表示规制价格弹性; μ 表示残差项。

2.2.2 动态对数线性需求模型

动态对数线性需求模型是在静态对数线性需求模型的基础上扩展而来的。静态模型假设用户能够迅速对能源需求影响因素的改变做出响应,实际上当某个因素发生改变的时候,用户的响应往往有一个滞后过程^[13]。因此 Houthkker 提出了一种动态模型^[14],该模型考虑了用户对价格变动的响应滞后,加入了滞后需求变量 $(1-\lambda)\ln Q_{t-1}$,其优势在于能反映出短期弹性和长期弹性,见式(3):

$$\ln Q_t = \lambda \alpha + \lambda \beta_1 \ln P_t + \lambda \beta_2 \ln G_t + (1-\lambda) \ln Q_{t-1} + \lambda \epsilon_t \quad (3)$$

式中 Q_t 表示天然气需求量; P_t 表示天然气价格; G_t 表示人均 GDP; Q_{t-1} 表示上期天然气需求量; λ 表示天然气需求量的调整速度,取值 $0 < \lambda < 1$; $\lambda \beta_1$ 、 $\lambda \beta_2$ 分别表示天然气价格和人均 GDP 的短期弹性; β_1 、 β_2 分别表示天然气价格和人均 GDP 的长期弹性 ϵ_t 表示随机误差项。

2.2 市场需求价格弹性分析

LNG 汽车和 CNG 汽车都属于天然气汽车,有着天然的相关性,由于 LNG 汽车还没有大面积推广,保有量不大,能参考到的 LNG 汽车相关定量数据有限。因此笔者考虑借用四川省 CNG 汽车的相关数据来进行实证分析。

模型中天然气汽车的替代能源考虑为汽油和柴油(电动汽车保有量太小,因而不考虑将电力作为替代能源),分别将汽、柴油车保有量与汽车、柴油车保有量之和的比值约等于 ω_i 。需要说明的是,由于油气价格变动时间是无规律的,为了相对准确地反映当年的价格,对油气价格按价格调整月份进行加权,其中油的价格是 93 号汽油和 0 号柴油的平均价格,最终得到一个加权均价 P_t^{NG} 和 $P_{\text{油}}^{BG}$ 。通过式(1),可得到价格规制变量 V ,如表 1 所示。

利用静态线性对数需求模型求解,运用 SPSS 数据统计软件将四川省 2005—2013 年的 CNG 汽车保有量、人均 GDP、加权后的 CNG 市场价格 P_t^{NG} 等相关

表 1 2005—2013 年价格规制变量表

年份	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
V	1.59	1.72	1.70	1.79	1.51	1.95	2.20	1.66	1.61

数据进行拟合,调整后的 $R^2=0.977$,回归方程拟合度较好,并且通过显著性检验。求出需求弹性模型如下:

$$\ln Q = 1.474 \ln G_t - 0.017 \ln P_t - 0.19 \ln V - 11.429 + \mu \quad (4)$$

由式(4)可知,CNG 汽车的需求价格弹性系数为 -0.017 ,弹性系数绝对值小于 1,说明四川省 CNG 汽车需求缺乏价格弹性。GDP 弹性系数为 1.474,说明 CNG 汽车富有平均 GDP 弹性。

利用动态线性对数需求模型求解,将数据进行拟合,调整后的 $R^2=0.966$,回归方程拟合度较好,并且通过显著性检验。求出需求弹性模型如下:

$$\ln Q_t = 1.197 \ln G_t + 0.119 \ln P_t + 0.115 \ln Q_{t-1} - 9.253 + \mu \quad (5)$$

由式(5)可知,CNG 汽车的短期需求价格弹性系数为 0.119,短期人均 GDP 弹性系数为 1.197。根据上

期 CNG 汽车需求量弹性系数 0.115,可求出 $\lambda = 0.885$,进而求出 CNG 汽车的长期需求价格弹性系数为 0.134,长期人均 GDP 弹性系数为 1.353。

2.3 结果分析

1)静态对数线性需求模型考虑在规制价格的情况下,四川省价格承受能力不高,当价格上涨时,天然气汽车的需求量会微幅下降,即天然气价格增长 1%,天然气汽车需求量将减少 0.017%,这个影响微乎其微。这是因为四川省的天然气价格相对于天然气气源不足的地区偏低。四川省的人均 GDP 弹性系数相对较大,这与当地经济水平相对不高,天然气汽车的需求对经济能力更加敏感有关。

2)从动态对数线性需求模型计算的结果来看,天然气汽车是缺乏弹性产品,这和静态线性对数需求模型计算所得结果一致。弹性系数为正的原因是四川省

一直致力推广天然气汽车,当天然气价格上涨,需求量不降反升,呈现出刚性需求。从大部分现有的研究成果来看,基本都认可天然气缺乏短期价格弹性而富有长期价格弹性的特征;而本文所得到结果却显示车用天然气无论是短期还是长期,都是缺乏价格弹性的且弹性系数都很小。这说明天然气汽车的市场需求对价格弹性极度不敏感。四川省的人均 GDP 弹性系数与静态模型得到的结果相差也不大。

3)动态、静态两种模型的需求价格弹性的正负出现差异是规制价格变量所导致的,若将式(2)中的规制变量删除后进行数据拟合,得到需求价格弹性系数为0.167,弹性系数增大,与式(5)中的需求价格弹性系数0.119 比较接近。这说明价格规制抑制了四川省天然气汽车的市场活力,制约了其发展。

3 LNG 汽车的经济效益和价格承受能力分析

通过前文的分析可知,天然气汽车的需求价格弹

性十分缺乏,目前替代能能源和天然气的价格对推广天然气汽车的影响不大,笔者认为这对属于天然气汽车的 LNG 汽车市场同样影响不大。这有可能是因为现行气价没有超过用户对天然气的价格承受能力,LNG 汽车仍然有较好的经济效益的原因。

以 1.6 L 排量的出租车为例,每日平均行程 400 km,每 100 km 耗油量为 10 L,使用 LNG 每日可节约燃料费用人民币 75.2 元。如果一辆出租汽车年营运时间 330 天,则每年可节约燃料费 2.48 万元左右。一辆 LNG 出租汽车改装费用在人民币 1.7 万元左右,则 7 个月左右便可收回改装费用,生命周期内的综合效益可达 13.18 万元,经济效益十分显著。对 LNG 出租车、LNG 公交车、LNG 货车经济效益的分析如表 2 所示。

LNG 的单位热值所付的购买价格较低,相对于汽油、柴油更具有优势。根据等热值法^[15] 换算出 93 号汽油和 0 号柴油用户所能承受的 LNG 价格分别为 7.25 元/L 和 5.25 元/L,如表 3 所示。

表 2 LNG 汽车经济效益分析表

车辆类型	出租车		公交车		货 车	
排量/L	1.6		5.6		15 t 重卡	
燃料种类	LNG	93 号汽油	LNG	90 号汽油	LNG	0 号柴油
燃料价格	4.8 元/m ³	6.2 元/L	4.8 元/m ³	5.81 元/L	4.8 元/m ³	5.54 元/L
每 100 kmLNG 消耗量	9 m ³	10 L	31 m ³	31 L	43 m ³	40 L
燃料费/[元·(100 km) ⁻¹]	43.2	62	148.8	180.11	206.4	221.6
效益/[元·(100 km) ⁻¹]	18.8		31.3		15.2	
效益	75.2 元(400 km)/d		62.6 元(200 km)/d		1 216 元/月	
全年效益/万元	2.48		2.07		1.46	
总效益/万元	14.88(以 6 a 计算)		12.42(以 6 a 计算)		12.16(以 80×10 ⁴ km 计算)	
改装费/万元	1.7		2.5		3.3	
综合效益/万元	13.18		9.92		8.86	

注:1)依据 2015 年 7 月的数据进行的统计;2)LNG 消耗量单位为标准立方米

表 3 车用 LNG 的价格承受能力表

燃料类型	LNG	93 号汽油	0 号柴油
价格/[元·(10 ³ kcal) ⁻¹]	0.55	0.83	0.6
可承受 LNG 价格/(元·m ⁻³)	——	7.25	5.25

注:1)依据 2015 年 7 月的数据进行的统计;2)1 cal≈4.186 J

综上分析,在当前低油价的情况下,LNG 汽车在经济效益方面仍然具有一定的优势,就四川省而言,目前的 LNG 价格仍然在用户的可承受范围之内,但要

注意的是,汽、柴油车用户对 LNG 的价格的承受能力与现行 LNG 价格(4.8 元/m³)差距很小,特别是柴油车用户对 LNG 价格的承受能力即将达到上限。目前油价下行,油气价差越来越小,若再不采取正确措施,LNG 汽车的推广将难以进行。

4 结束语

四川省天然气汽车的市场需求对价格弹性极度不敏感,车用天然气缺乏短期价格弹性和长期价格弹性,

这与被广泛认可的天然气市场缺乏短期价格弹性而富有长期价格弹性的特点有所不同。政府主导的天然气市场价格,在当前油价下跌时期,非居民用气价格和 LNG 出厂价格并未降低,导致富气贫油的四川省天然气的竞争优势被大大削弱,抑制了该区域天然气汽车的发展,这是造成当前推广 LNG 汽车受阻的主要原因。因此需要进一步深化天然气价格改革,建立并切实实施科学合理的天然气价格与替代能源价格联动机制,借鉴 CNG 汽车发展经验,加强产业引导,加大扶持力度和宣传力度,加快配套设施建设,完善管理和运行机制,以促进 LNG 汽车市场的快速发展。如何推进 LNG 汽车市场的发展和应对推广 LNG 汽车过程中出现的问题,笔者将在其他研究成果中加以展现。

参 考 文 献

- [1] 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,2009,30(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, 2009, 30(9): 82-86.
- [2] Maddala GS, Trost RP, Li HY, Joutz F. Estimation of short-run and long-run elasticities of energy demand from panel data using shrinkage estimators[J]. Journal of Business & Economics Statistics, 1997, 15(1): 90-100.
- [3] Renou-Maissant P. Interfuel competition in the industrial sector of seven OECD countries[J]. Energy Policy, 1999, 27(2): 99-110.
- [4] Narayan PK, Smyth R. The residential demand for electricity in Australia: An application of the bounds testing approach to cointegration[J]. Energy Policy, 2005, 33(4): 467-474.
- [5] Lavin FV, Dale L, Hanemann M, Moezzi M. The impact of price on residential demand for electricity and natural gas [J]. Climatic Change, 2011, 109(1): 171-189.
- [6] 冯良,张丹,王晓庆.上海天然气市场需求模型构建与计量分析[J].天然气工业,2009,29(2):120-123.
Feng Liang, Zhang Dan, Wang Xiaoqing. Econometric analysis and modeling on residential demand of natural gas in Shanghai[J]. Natural Gas Industry, 2009, 29(2): 120-123.
- [7] 高千惠,叶作亮,代丽,谭春燕.天然气价格弹性实证研究——以成都地区为例[J].天然气工业,2012,32(8): 113-116.
Gao Qianhui, Ye Zuoliang, Dai Li, Tan Chunyan. Case studies of natural gas price elasticity in Chengdu, Southwest China[J]. Natural Gas Industry, 2012, 32(8): 113-116.
- [8] 成金华,刘伦,王小林,肖建忠.天然气区域市场需求弹性差异性分析及价格规制影响研究[J].中国人口·资源与环境,2014,24(8):131-140.
Cheng Jinhua, Liu Lun, Wang Xiaolin, Xiao Jianzhong. Research on the difference analysis of natural gas regional market demand elasticity and the impact of price regulation [J]. China Population, Resources and Environment, 2014, 24(8): 131-140.
- [9] Considine TJ. Separability, functional form and regulatory policy in models of interfuel substitution[J]. Energy Economics, 1989, 11(2): 82-94.
- [10] Serletis A, Timilina GR, Vasetsky O. Interfuel substitution in the United States[J]. Energy Economics, 2010, 32(3): 737-745.
- [11] Andersen TB, Nilsen OB, Tveteras R. How is demand for natural gas determined across European industrial sectors [J]. Energy Policy, 2011, 39(9): 5499-5508.
- [12] Jones CT. A dynamic analysis of interfuel substitution in U.S. industrial energy demand[J]. Journal of Business & Economics Statistics, 1995, 13(4): 459-465.
- [13] 李兰兰,诸克军,杨娟.天然气需求价格弹性研究综述[J].北京理工大学学报:社会科学版,2012,14(6):22-31.
Li Lanlan, Zhu Kejun, Yang Juan. Literature review on natural gas demand price elasticity[J]. Journal of Beijing Institute of Technology: Social Sciences Edition, 2012, 14(6): 22-31.
- [14] Houthakker HS. Residential electricity revisited[J]. Energy, 1980, 1(1): 29-42.
- [15] 邵河.大牛地气田周边液化天然气价格承受力[J].油气储运,2014,33(12):1347-1352.
Shao He. Endurance of LNG price around the Daniudi Gas-field[J]. Oil and Gas Storage & Transportation, 2014, 33(12): 1347-1352.

(修改回稿日期 2015-09-28 编辑 居维清)