

基于产品异质的汽车需求理论分析与实证检验

孙江永,孟文强

(山东科技大学 经济管理学院,山东 青岛 266590)

摘要:从产品异质的角度分析中国人均收入水平与人均汽车拥有量之间的关系,结果表明:实际人均 GDP 与人均民用载客汽车拥有量都是同阶平稳的时间序列,两者之间存在协整关系,实际人均 GDP 对人均民用载客汽车拥有量存在 Granger 因果性。人均汽车拥有量的收入弹性大小与理论分析中关于收入分布参数的假设一致。

关键词:产品异质;人均 GDP;汽车需求

中图分类号: F426

文献标识码: A

文章编号: 1008-7699(2012)01-0067-06

国外对汽车需求的研究起步较早。国外文献分别从居民的收入水平、厂商的定价策略^[1]、利率水平^[2]、石油价格^①等不同角度展开研究,研究的发展趋势表现为越来越注重对汽车需求的动态研究^②和在实证研究中采用现代计量经济方法。国内对汽车需求研究的文献主要表现为利用国外已有的分析框架对中国汽车市场的需求状况进行经验分析。曹建海和王旖旎的研究结论表明,中国居民对汽车的需求特征与发达国家不同,随着收入的上涨中国居民对汽车的需求加速上升。^[3,4]罗延发和谢淑萍的研究都证实了居民收入对汽车需求存在显著的影响。^[5,6]陈宇峰和缪仁余则研究了国际油价波动对国内汽车消费需求的影响。^[7]陈道平和郑景丽用 Hymans 模型重点研究了中国微型汽车需求的影响因素,发现微型汽车的需求主要应该由收入和价格进行解释。^[8]尽管现有文献的研究角度不同,但是居民的收入水平都被证实是影响汽车需求最为核心的因素。

汽车是典型的异质产品,从宏观角度来看,居民收入水平与汽车需求两者之间存在着什么样的相关关系?现有文献缺少用理论和实证相结合的方法深入研究这一问题。基于中国最近几年汽车需求快速增长的事实,本文拟研究的问题是改革开放以来人均 GDP 的增长是否和汽车拥有率存在协同运动的规律;如果存在,长期来看人均 GDP 增长 1% 会引起汽车拥有率增长多少。本文首先通过构建一个理论模型从产品异质和居民收入分布的角度考察人均 GDP 与汽车拥有率之间的关系,然后选择中国汽车市场 1980-2009 年的时间序列数据,利用协整检验、误差修正模型和 Granger 非因果性检验等计量经济学方法进行实证检验,最后得出研究结论。

一、产品异质与汽车需求的理论分析

对于汽车这样的典型异质产品而言,消费者的购买选择总体上可以分为三种情形。收入水平较低的消费者没有购买力;随着收入的增加,一部分消费者具有购买能力,进而开始购买价位相对较低的汽车;随着收入的进一步提高,一部分消费者由最初购买低品质、低等级的产品转向购买高品质、高等级的产品。简而言

收稿日期: 2011-11-10

作者简介: 孙江永(1979-),男,山东临沂人,山东科技大学经济管理学院讲师,经济学博士。

- ① KILIAN L, SIMS E R. The effects of real gasoline prices on automobile demand: a structural analysis using micro data. 2006, Manuscript.
- ② GOWRISANKARAN G, RYSMAN M. Dynamics of consumer demand for new durable goods. NBER Working Paper, 2009, NO. 14737.

之,随着收入的增加,个体需求变动依次为由不购买转向购买,由购买低品质的产品转向购买高品质的产品。所以,当多数消费者尚不具备汽车购买能力的时候,随着收入的增加汽车购买数量是逐渐增加的;当多数消费者已购买了汽车的时候,收入的增加更多体现为用于汽车品质的提升而不是汽车数量的增加。曹建海对 3 000 名中国汽车消费者的问卷调查发现,46.3%的消费者会在一年内更换轿车。对于汽车这样的异质产品而言,数量和质量都能改善消费者的效用水平。

考虑到汽车给消费者带来的效用,消费者的效用函数可以借用孙江永和王新华^[9]给出的异质产品效用函数形式。

$$U(q_u(\omega), X) = (q_u(\omega))^\beta X^{1-\beta} \quad (1)$$

$q_u(\omega)$ 表示消费者购买的汽车这种异质产品的品质等级, ω 表示产品的差异, X 表示同质产品的数量。

对于汽车具有购买能力的消费者,其预算约束满足 $p(\omega) + p_x X = I$, $p(\omega)$ 表示汽车的价格, p_x 表示同质产品的价格, I 表示消费者收入水平。预算约束条件有两层含义,其一收入的增加会带来同质产品需求量的增加,其二收入的增加带来对汽车这种异质产品品质等级需求的增加。在约束条件下,消费者效用(1)的最大化可以得到:

$$p(\omega) = \beta I \quad (2)$$

β 表示收入用于购买汽车的那一部分所占的比重,(2)表明随着收入的增加购买的汽车品质等级是不断提高的。Brucks 等人认为价格和品牌是消费者判断汽车质量水平的重要因素。^[10] 假设市面上价格最低的汽车其价格水平是 $p(\omega)_{\min}$,那么只有收入满足以下条件的消费者才会购买。

$$I \geq p(\omega)_{\min} / \beta \quad (3)$$

在(3)的基础上可以得到汽车需求量函数:

$$Q = n \int_{p(\omega)_{\min} / \beta}^{\infty} pr(x) dx \quad (4)$$

n 是人口数量, $pr(x)$ 是消费者收入分布密度函数。意大利经济学家维弗雷多·帕累托研究英国人的收入分配问题时发现一部分人所拥有的财富份额具有比较确定的计量经济关系,后来的研究者把居民收入呈现出来的分布特征称为帕累托分布。孙江永和王新华用帕累托分布衡量中国的居民收入分布,本文也采用这种方法。

$$pr(I) = \begin{cases} 0 & \text{if } I < I_{\min} \\ \frac{k I_{\min}^k}{I^{k+1}} & \text{if } I \geq I_{\min} \end{cases} \quad (5)$$

I_{\min} 是 n 个人中的最低收入。 k 是正的分布参数, $k > 1$, k 越大说明消费者的收入差异越大。由(4)和(5)可以进一步得到汽车拥有总量函数。

$$Q = n \int_{p(\omega)_{\min} / \beta}^{\infty} \frac{k I_{\min}^k}{I^{k+1}} dI \quad (6)$$

把(6)进一步整理得到 $Q = n \beta^k I_{\min}^k / (p(\omega)_{\min})^k$,所以人均汽车拥有量(汽车拥有率)可以表示为:

$$\bar{Q} = \frac{Q}{n} = \frac{\beta^k I_{\min}^k}{(p(\omega)_{\min})^k} \quad (7)$$

由居民收入分布的概率密度函数可以得到居民收入的数学期望。

$$\bar{I} = \int_{I_{\min}}^{\infty} I \times \frac{k I_{\min}^k}{I^{k+1}} dI = \frac{k I_{\min}}{k-1} \quad (8)$$

把人均汽车拥有量表示成居民收入期望的函数:

$$\bar{Q} = \frac{\beta^k \left(\frac{k-1}{k}\right)^k \bar{I}^k}{(p(\omega)_{\min})^k} \quad (9)$$

两边取自然对数得到人均汽车拥有量和居民平均收入水平的实证方程：

$$\ln(\bar{Q}) = k\ln(\bar{I}) + k\ln\beta + k\ln\left(\frac{k-1}{k}\right) - k\ln(p(\omega)_{\min}) \quad (10)$$

二、基于中国统计数据的经验检验

(一) 经验数据与分析框架选择

2006-2010年的《中国城市(镇)生活与价格年鉴》提供了5年按不同收入等级划分的城镇居民家用汽车拥有量,如图1所示。一方面,随着收入增长,不同收入等级的城镇居民家用汽车拥有量均呈增长的趋势,收入等级越高的城镇居民家用汽车拥有量增长越快。另一方面,收入等级越高的城镇居民家用汽车拥有量越大。

1980-2009年民用载客汽车拥有量的统计数据来源于《中国汽车市场年鉴2010》,1980-2009年人口数量来源于《中国统计年鉴2010》,所以可以进一步得到1980-2009年的人均民用载客汽车拥有量。以当年价格衡量的人均GDP来源于《中国统计年鉴2010》,用1978年为基期的城镇居民消费物价指数平减得到实际人均GDP,城镇居民消费物价指数来源于《中国统计年鉴2010》。根据得到的经验数据的时间序列特征,我们选择Engle-Granger两步法检验人均汽车拥有量与人均GDP之间是否存在协整关系,如果存在协整关系进一步建立误差修正模型,并进行Granger非因果性检验。实际人均GDP与人均民用载客汽车拥有量之间的关系如图2所示。

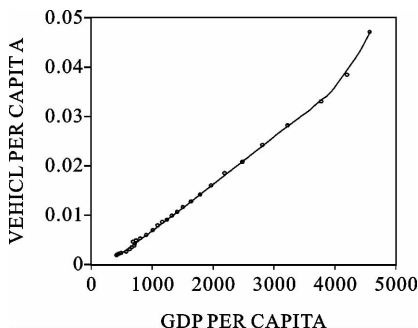
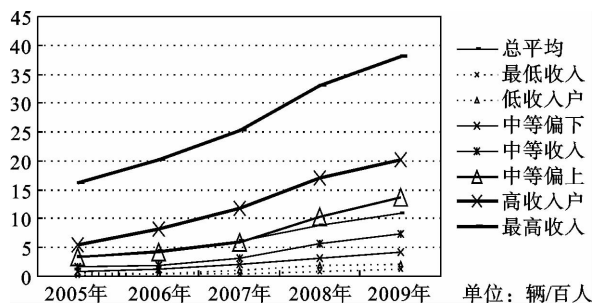


图1 不同收入等级城镇居民家用汽车拥有量^①

图2 实际人均GDP与人均民用汽车拥有量^②

(二) 单位根检验

人均民用载客汽车拥有量与实际人均GDP之间存在协整关系的前提是二者均为同阶单整的随机过程,否则二者的协整检验会存在虚假回归问题。所以第一步对人均民用载客汽车拥有量与实际人均GDP两变量进行单位根检验。检验方法选择DF检验或ADF检验,检验式分别选择随机游走过程、随机趋势过程和趋势非平稳过程。^[11]最后根据漂移项和趋势项的显著性状况选择最终检验式,根据估计结果的DW值选择采用DF检验还是ADF检验,以及进行ADF检验时确定待检验变量一阶差分的滞后期。

表1是对人均民用载客汽车拥有量自然对数和实际人均GDP自然对数的单位根检验结果。模型(1.1)一模型(1.3)是对人均民用载客汽车拥有量自然对数的单位根检验,模型(1.4)一模型(1.6)是对实际人均

① 数据来源于《中国城市(镇)生活与价格年鉴2006》《中国城市(镇)生活与价格年鉴2007》《中国城市(镇)生活与价格年鉴2008》《中国城市(镇)生活与价格年鉴2009》《中国城市(镇)生活与价格年鉴2010》。

② 数据是对来源于《中国汽车市场年鉴2010》和《中国统计年鉴2010》的数据加工整理得到的。

GDP 自然对数的单位根检验,表中的检验式是剔除不显著的截距项、时间趋势项和克服自相关后的结果。模型(1.1)的检验结果表明残差序列不存在自相关,同时也表明人均民用载客汽车拥有量的自然对数序列是非平稳的。模型(1.2)检验结果表明残差序列不存在自相关,并且人均民用载客汽车拥有量自然对数的一阶差分序列仍然含有单位根。用同样的方法进一步检验人均民用载客汽车拥有量自然对数的二阶差分序列。模型(1.3)可以作为判断人均民用载客汽车拥有量自然对数二阶差分序列是否平稳的最终结果。模型(1.3)的检验结果表明,人均民用载客汽车拥有量自然对数的二阶差分序列是平稳的。采用与前文同样的方法检验实际人均 GDP 自然对数的平稳性。用模型(1.4)的检验结果可以判断实际人均 GDP 自然对数是非平稳的。用模型(1.5)的检验结果可以判断实际人均 GDP 自然对数的一阶差分序列仍然含有单位根。模型(1.6)的检验结果可以判断实际人均 GDP 自然对数的二阶差分序列是平稳的。

表 1 人均民用载客汽车拥有量和实际人均 GDP 的单位根检验

	模型(1.1)	模型(1.2)	模型(1.3)	模型(1.4)	模型(1.5)	模型(1.6)
βy_{t-1}	-0.004 8(-1.37)	-0.007 9(-0.13)	-1.165 2(-5.89)	0.005 6(2.63)	-0.064 5(-0.87)	-0.984 3(-5.00)
γdy_{t-1}	0.804 7(5.39)	—	—	0.541 0(3.29)	—	—
DW	1.95	2.19	2.02	1.66	1.88	1.98
DF	—	-0.13	-5.89	—	-0.87	-5.00
ADF	-1.37	—	—	2.63	—	—
$DF_{0.05}$	—	-1.95	-1.95	—	-1.95	-1.95
$ADF_{0.05}$	-1.95	—	—	-1.95	—	—
结论	非平稳	非平稳	平稳	非平稳	非平稳	平稳

注:(1)模型(1.1)的被解释变量(dy_t, y_t 表示人均民用载客汽车拥有量的自然对数)是人均民用载客汽车拥有量自然对数的一阶差分,模型(1.2)的被解释变量(dy_t, y_t 表示人均民用载客汽车拥有量自然对数的一阶差分)是人均民用载客汽车拥有量自然对数的二阶差分,模型(1.3)的被解释变量(dy_t, y_t 表示人均民用载客汽车拥有量自然对数的二阶差分)是人均民用载客汽车拥有量自然对数的三阶差分。(2)模型(1.4)的被解释变量(dy_t, y_t 表示实际人均 GDP 的自然对数)是实际人均 GDP 自然对数的一阶差分,模型(1.5)的被解释变量(dy_t, y_t 表示实际人均 GDP 自然对数的一阶差分)是实际人均 GDP 自然对数的二阶差分,模型(1.6)的被解释变量(dy_t, y_t 表示实际人均 GDP 自然对数的二阶差分)是实际人均 GDP 自然对数的三阶差分。(3)DF 表示 β 估计值的 DF 统计量, $DF_{0.05}$ 表示 DF 分布在 95%显著水平上的临界值。(4)如果检验式中加入待检验变量滞后期的差分项,DF 和 $DF_{0.05}$ 改用 ADF 和 $ADF_{0.05}$ 。

(三)协整检验与误差修正模型

实际人均 GDP 的自然对数与人均民用载客汽车拥有量的自然对数都是二阶平稳的,二者具备了存在协整关系的基本条件。接下来用 Engle-Granger 两步法对两变量进行协整检验并建立误差修正模型。

模型(2.1)是对实际人均 GDP 自然对数与人均民用载客汽车拥有量自然对数协整检验的结果^①。模型(2.3)进一步检验模型(2.1)估计结果残差的平稳性,检验结果表明残差序列是平稳的^②。模型(2.2)是根据模型(2.1)估计结果得到的人均民用载客汽车拥有量自然对数与实际人均 GDP 自然对数的长期关系: $\ln(y_t) = -14.699 + 1.4531 \times \ln(x_t)$ 。模型(2.4)是用两变量长期函数关系得到的误差项建立的误差修正模型,滞后一期误差项的系数估计值是-0.2189,并且在 99%平上通过显著水了检验,符合误差修正机制。

基于实际人均 GDP 自然对数与人均民用载客汽车拥有量自然对数的协整检验建立的误差修正模型表明,滞后一期的误差项参数估计值符号误差修正机制。协整检验得到的变量长期关系满足理论分析中关于 $k > 1$ 的假设。

① 模型(2.1)是删除了不显著变量以后的结果。
② 单位根检验的方法和步骤与前文相同,不再赘述。

(四)Granger 非因果性检验

实际人均 GDP 与人均民用载客汽车拥有量存在协整关系,进一步对两变量进行 Granger 非因果性检验,以考察两变量是否存在统计上的因果关系。检验结果如表 3 所示。不论滞后 1 期、2 期还是 3 期的实际人均 GDP 都显著影响人均民用载客汽车拥有量的条件分布,实际人均 GDP 对人均民用载客汽车拥有量存在 Granger 因果关系。

表 2 协整检验与误差修正模型

	c	y_{t-1}	x_t	dx_t	er_{t-1}	AR ²	DW	LM ₍₁₎ LM ₍₂₎
模型(2.1)	-3.002 3(-4.55)	0.795 6(17.08)	0.296 8(4.88)	—	—	0.99	1.50	—
模型(2.2)	-14.699 0	—	1.453 1	—	—	—	—	—
模型(2.3)	—	—	—	—	-0.773 5(-3.95)	0.37	1.80	—
模型(2.4)	—	—	—	0.234 6(1.91)	-0.218 9(-8.58)	0.59	1.45	1.87 2.12

注:(1)模型(2.1)和模型(2.2)的被解释变量是人均民用载客汽车拥有量的自然对数,模型(2.3)的被解释变量是两变量长期关系误差项的一阶差分,模型(2.4)的被解释变量是人均民用载客汽车拥有量自然对数的一阶差分。(2)模型(2.1)~模型(2.4)中 y 表示人均民用载客汽车自然对数,x 表示人均实际 GDP 自然对数。(3)LM₍₁₎和 LM₍₂₎是对误差修正模型残差序列滞后 1 期和滞后 2 期的自相关 LM 检验得到的 χ^2 统计量,在 0.05 显著性水平上 1 个自由度和 2 个自由度的 χ^2 分布临界值 $\chi^2_{(1)0.05}=3.8, \chi^2_{(2)0.05}=6.0$ 。

表 3 Granger 非因果性检验结果

原假设	滞后 1 期	滞后 2 期	滞后 3 期
人均 GDP 对人均汽车拥有量存在格兰杰非因果性	19.00 (0.00)	12.11 (0.00)	6.85 (0.00)
人均汽车拥有量对人均 GDP 存在格兰杰非因果性	0.26 (0.61)	2.02 (0.16)	0.37 (0.77)

注:括号外的数值是 Granger 非因果性检验的 F 统计量估计值,括号内的数值是接受原假设的概率。

三、基于产品异质的汽车需求特征分析

汽车是典型的异质产品,随着收入的不断增加,消费者对汽车的购买除了整体上表现为汽车购买数量的增加以外,对于个体消费者而言也表现为所购买汽车品质的提升。本文从这个角度构建了一个理论模型分析人均收入水平和人均汽车拥有量两者之间的关系。理论分析结论是,随着人均收入的增加人均汽车拥有量是不断增加的,人均收入的自然对数与人均汽车拥有量的自然对数之间是线性关系。理论分析结论具有直观的实证含义。

进一步用 1980-2009 年中国人均民用载客汽车拥有量与实际人均 GDP 的经验数据来检验理论分析结论。对两变量的单位根检验结果表明,人均民用载客汽车拥有量与实际人均 GDP 都是二阶平稳的,进一步的协整检验结果表明人均民用载客汽车拥有量与实际人均 GDP 之间存在协整关系。根据协整检验得到的实际人均 GDP 与人均民用载客汽车拥有量之间的长期均衡关系,中国实际人均 GDP 增长 1% 会使人均民用载客汽车拥有量增长 1.45%。这一结论似乎夸大了人均 GDP 增长对汽车拥有量的影响。把名义人均 GDP 增长和实际人均 GDP 增长比较以后,我们可以更加准确地理解这一均衡关系。以 2009 年的 GDP 相对 1978 年的 GDP 增长为例,2009 年的名义人均 GDP 为 25 575 万元,1978 年的名义人均 GDP 为 381 元,31 年间名义人均 GDP 增长了 66 倍^①。以 1978 年为基期得到的 2009 年的实际人均 GDP 为 4 580 元,实际

① 数据来自《中国统计年鉴 2010》。

人均 GDP 增长 11 倍。所以,中国实际人均 GDP 增长 1% 人均拥有的民用载客汽车数量增长 1.45%,实际上对应名义人均 GDP 增长 6% 左右。不论是用原序列捕捉到的长期关系还是用一阶差分序列捕捉到的长期关系其系数大小满足 $k > 1$ 的理论分析假设。格兰杰非因果性检验的结果表明实际人均 GDP 对人均民用载客汽车拥有量存在格兰杰因果性。

现有的文献表明,长期来看随着收入的增长人均汽车拥有量先是加速增长,经过一个拐点以后减速增长。但是目前中国尚未达到这个拐点。从异质产品的角度进行解释,随着收入的增长,消费者表现出来的第一个阶段的特征是由不消费这种产品转向消费这种产品。当收入达到一定水平以后,随着收入的增长消费者表现出来的第二个阶段的消费特征是由消费低品质的异质产品转向消费高品质的异质产品。在第二阶段,消费者用于消费异质产品的收入是增加的,但是这并不会表现出异质产品需求数量的明显增加而是异质产品品质水平的提升。

参考文献:

- [1] MORAL M J, JAUMANDREU J. Automobile demand, model cycle and age effects[J]. Spanish Economic Review, 2007, 9(3): 193-218.
- [2] ERCEG C J, LEVIN A T. Optimal monetary policy with durable consumption goods[J]. Journal of Monetary Economics, 2006, 53(7): 1341-1359.
- [3] 曹建海. 中国的汽车消费市场和消费环境[J]. 商业经济与管理, 2003(7): 7-20.
- [4] 王旂旒. 中国汽车需求预测: 基于 Compertz 模型的分析[J]. 财经问题研究, 2005(11): 43-50.
- [5] 罗延发. 产品差异化视角下的中国家庭轿车市场研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2007: 125-127.
- [6] 谢淑萍. 中国轿车市场需求缺口的度量及其传导效应研究[D]. 长春: 吉林大学, 2008: 97-108.
- [7] 陈宇峰, 缪仁余. 国际油价波动对中国汽车消费需求的非线性冲击效应: 1997-2008[J]. 财贸经济, 2010(5): 116-122.
- [8] 陈道平, 郑景丽. 中国微型汽车市场需求研究: 基于存量调整的视角[J]. 现代管理科学, 2011(9): 79-82.
- [9] 孙江永, 王新华. 产品异质与汽车行业跨国公司进入中国市场的方式选择[J]. 管理世界, 2011(5): 99-108.
- [10] BRUCKS M, ZEITHAML V A, NAYLOR G. Price and brand name as indicators of quality dimensions for consumer durables[J]. Journal of the Academy of Marketing Science, 2000, 28(3): 359-374.
- [11] [美] J. M. 伍德里奇. 计量经济学导论[M]. 费剑平, 译. 北京: 中国人民大学出版社, 2007: 619-625.

Theoretical Analysis and Empirical Test on Automobile Demand Based on Product Heterogeneity

SUN Jiangyong, MENG Wenqiang

(College of Economics and Management, Shandong University of Science and Technology, Qingdao, Shandong 266590, China)

Abstract: This paper studies the relationship between per capita income and per capita automobile possession in China from the perspective of product heterogeneity. The results of the study show that the time sery of real GDP per capita has the same unit roots with passenger automobile possession per capita. There is a co-integration relationship between the two time series. The real GDP per capita has Granger causal effect on passenger automobile possession per capita. The numerical value of the income elasticity of automobile possession per capita agrees with the hypothesis on the parameter in income contribution.

Key words: product heterogeneity; GDP per capita; automobile demand

(责任编辑: 于凤银)