

# 北京市私人汽车拥有量的影响因素分析

薛慧慧\*, 马柳春, 王婉婷, 杨璐晟

天津商业大学理学院, 天津

收稿日期: 2022年9月10日; 录用日期: 2022年9月30日; 发布日期: 2022年10月14日

## 摘要

北京市汽车消费行业进入快速发展时期, 其中私人汽车消费对北京市汽车消费总量产生重要影响。为了北京市私人汽车消费市场平稳快速发展, 研究影响北京市私人汽车拥有量的主要影响因素, 本文选取了2000~2020年中国统计局公布的北京市私人汽车拥有量与其他相关影响变量数据, 从经济、价格、人口、城市交通等多个维度进行分析。本文建立多元线性回归模型, 使用逐步回归的方法, 降低了解释变量间多重共线性问题, 与其他传统算法模型相比, 更能准确分析出关键解释变量的符号影响以及各变量的经济解释含义, 最后利用Stata统计分析软件进行参数估计和相关检验, 回归结果显示影响私人汽车拥有量的主要有效因素为人均国内总产值、每万人拥有公交车辆以及公路里程。其中人均国内生产总值和公里历程对北京市私人汽车拥有量有促进作用, 每万人拥有公交车辆对北京市私人拥有量有抑制作用, 最后文章从政府、企业、消费者等不同角度给予不同的意见。

## 关键词

汽车消费, 北京市私人汽车拥有量, 多元统计回归, Stata统计分析

# Analysis of Influencing Factors of Private Car Ownership in Beijing

Huihui Xue\*, Liuchun Ma, Wanting Wang, Lusheng Yang

School of Science, Tianjin University of Commerce, Tianjin

Received: Sep. 10<sup>th</sup>, 2022; accepted: Sep. 30<sup>th</sup>, 2022; published: Oct. 14<sup>th</sup>, 2022

## Abstract

The automobile consumption industry in Beijing has entered a period of rapid development, in which private automobile consumption has an important impact on the total automobile con-

\*通讯作者。

文章引用: 薛慧慧, 马柳春, 王婉婷, 杨璐晟. 北京市私人汽车拥有量的影响因素分析[J]. 统计学与应用, 2022, 11(5): 1123-1131. DOI: 10.12677/sa.2022.115115

sumption in Beijing. In order to ensure the steady and rapid development of the private automobile consumption market in Beijing, and to study the main influencing factors of the private automobile ownership in Beijing, this paper selects the data of private automobile ownership in Beijing and other relevant influencing variables published by the China National Bureau of Statistics from 2000 to 2020, and analyzes them from multiple dimensions such as economy, price, population, and urban transportation. In this paper, a multiple linear regression model is established. The method of stepwise regression is used to reduce the problem of multiple collinearity among explanatory variables. Compared with other traditional algorithm models, it can more accurately analyze the symbolic impact of key explanatory variables and the economic interpretation meaning of each variable. Finally, Stata statistical analysis software is used for parameter estimation and correlation testing, the regression results show that the main effective factors affecting private car ownership are GDP per capita, public transport per 10000 people and road mileage. Among them, the per capita gross domestic product and kilometers of experience can promote the private car ownership in Beijing, and the ownership of public transport vehicles per 10000 people can inhibit the private car ownership in Beijing. Finally, the article gives different opinions from different angles such as the government, enterprises and consumers.

## Keywords

Automobile Consumption, Private Car Ownership in Beijing, Multiple Statistical Regression, Stata Statistical Analysis

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 文献综述

随着国民经济生活水平的提高,我国私人汽车消费市场进入快速发展时代。汽车作为现代化的代步工具,为居民的生活提供了十分便捷的条件,也为人们提供了更广阔的活动范围,伴随汽车时代的到来,汽车产品越来越多样化,规模越做越大。在这种经济背景之下,汽车消费需求行业得以快速发展。再者,在经济全球化的影响下,我国已经从汽车生产大国逐渐迈向世界大国,吸引了周边很多发达国家前来投资,将使我国汽车消费需求市场国际化。所以在这种大背景下,北京市汽车消费行业迎来了重要的发展机遇,汽车消费需求行业具有非常大的发展潜力。

近年来,国内外学者对私人汽车拥有量的影响因素以及未来发展前景做了较多研究。黄晓燕,曹小曙,李涛[1]建立面板数据模型量化各影响因素的贡献率,分析各因素对城市私人汽车拥有量的作用机制。饶栋平、杨红星、郑雪晴、王璐等[2][3][4][5]选择影响我国私人汽车拥有量的重要因素建立多元线性回归模型,对最后的结果进行经济意义分析,并提出自己的观点。万芳[6]通过梳理分析得出私家车保有量和相关影响因素之间的相互关系,为合理控制引导成都市私家车的发展速度,为成都市基础设施建设规划、交通和环保等政策的制定提供参考。张琪,赵胜川[7]从不同维度出发探讨影响中国城市私人汽车拥有量的影响因素。郭栋等[8]利用 Lotka-Volterra 模型,分析传统汽车、电动汽车及天然气汽车三种车型未来 40 年的保有量变化趋势,结果表明未来传统汽车和天然气汽车保有量将呈先增后减的抛物线趋势变化,电动汽车保有量呈“S”趋势持续增长;未来汽车的总能耗及碳排放量均呈先增后减的抛物线趋势变化。吴卫义[9]研究中国省域私人汽车拥有量影响因素,发现发达地区,地区等级公路里程对私人汽车拥有量影响较大的因素为地区等级公路里程,不发达地区主要影响因素为地区生产总值。张兰怡[10]等利用

汽车保有量的主要影响因素进行主成分分析得到综合经济发展值的预测方程, 随后采用 Logistic 回归模型进行预测并验证, 结果显示该方法预测精度高, 能够为对汽车保有量进行较准确的估计, 并为城市发展规划提供参考依据。戴学臻[11]等利用双重 Logistic 曲线模型预测人口户数, 通过分析人口户数与小汽车保有量之间的定量关系确定未来小汽车保有量最大值范围, 并结合西安市历年小汽车历史数据对未来西安市小汽车保有量进行预测, 预测结果表明该方法能根据人口增长趋势客观, 动态地反映未来汽车保有量的发展趋势。刘斌, 赵天舒, 张冉霞[12]对个人汽车保有量进行预测, 通过改进主成分分析法对其进行降维处理, 随后利用 Logistic 非线性模型描述汽车保有量和提取主成分之间的关系, 最终提出改进后的 PCA-Logistic 模型, 最后比较分析改进后的 PCA-Logistic 模型与传统 PCA-Logistic 模型对个人汽车保有量进行预测对比, 结果表明: 改进后的 PCA-Logistic 模型可以有效消除数据之间非线性关系, 得到的非线性 Logistic 回归曲线与实际数据拟合度更高, 更能准确地评估我国个人汽车保有量。邢蕾, 刘永超[13]采用中国统计年鉴私人汽车相关数据利用自适应 Lasso 估计方法选择已知解释变量得到主要影响变量以进行预测, 并与灰色模型的短期预测结果进行比较。赵金辉等[14]为探索河南省碳达峰路径, 满足河南省碳达峰战略需求, 使用 Lasso-BP 神经网络方法建立河南省碳排放量预测模型, 研究表明私人汽车拥有量的年均增长率控制在 7.0%, 有利于实现碳达峰。Wu 等[15]采用固定效应模型和随机效应模型对 32 个省会城市的私家车拥有量相关数据估计结果进行研究比较, 研究表明固定效应模型的性能要明显优于混合回归模型和随机效应模型。Soltani [16]利用基于离散选择理论(DCT)的嵌套 logit 模型(NLM)探索社会经济地位(SES)和城市形态因素对家庭汽车拥有选择的影响, 研究结果和相关政策影响有助于确定社区规划和设计的战略框架, 以降低汽车拥有和使用水平。

汽车消费需求行业作为北京市经济主要支柱之一, 它对于北京市经济发展起着重要的作用, 而且对京津冀、整个华北区域的经济也起着很重要的联动作用。本文在总结前人已有科研成果的基础上, 从多维度视角出发, 通过建立计量经济学模型, 分析影响北京市私人汽车量的主要因素, 从而掌握北京市汽车消费需求市场的发展趋势, 促进北京市汽车消费行业平稳快速发展, 同时可以合理分析北京市交通状况, 为制定科学合理的交通政策提供理论依据, 也为石油、汽车产业政策、能源资源等环境公共政策提供可决策依据。

## 2. 模型的设定

### 2.1. 变量来源

为了探讨北京市私人汽车拥有量的影响因素, 文章选取北京市私人汽车拥有量(万辆)作为被解释变量, 国内生产总值(亿元)、人均国内总产值(元)、总人口数(万)、居民消费价格指数、每万人拥有公交车辆(标台)、公路里路(公里)作为解释变量进行实证研究, 本文所取得数据均来自于《北京市统计年鉴》, 并从中选取 2000~2020 年共 21 年的相关数据进行分析, 其中被解释变量:  $Y =$  私人汽车拥有量(亿元), 其余解释变量如下所示。

### 2.2. 变量选取

地区经济、价格、人口、城市交通等不同属性对私人汽车拥有量的增长产生重要影响, 本文从 4 个维度出发, 构建私人汽车拥有量的影响因素指标体系见表 1。

1) 经济属性: 国内生产总值以及人均国内总产值表示一个地区的经济发展水平, 该地区人民生活水平越高, 其消费能力更强, 对汽车需求量也更加旺盛;

2) 价格属性: 居民消费价格指数表示商品价格变化对居民实际生活费支出的影响程度, 用来衡量市场上物价总水平变动情况的指数, 本文预计私家车的拥有量与居民消费价格指数有关, 因此引入解释变

量居民消费价格指数，并预期其与私人汽车拥有量呈正相关；

**Table 1.** Influencing factors and indicators of private car ownership  
**表 1.** 私人汽车拥有量的影响因素及指标

维度	影响因素
经济属性	国内生产总值( $X_1$ )
	人均国内总产值( $X_2$ )
价格属性素	居民消费价格指数( $X_3$ )
人口属性	总人口数( $X_4$ )
城市交通属性	每万人拥有公交车辆( $X_5$ )
	公路里程( $X_6$ )

3) 人口因素：地区总人口数越多，对汽车需求量越大，本文预期两者呈正相关；

4) 城市交通属性：每万人拥有公交车辆表示一个城市每一万人平均所拥有的公交车数量，代表该地区公交发展的水平，也侧面反映出该地区公共交通发展水平。该城市公共交通发展水平越好，对私人汽车拥有量的需求越低，所以本文预期每万人拥有公交车辆与私人汽车拥有量成反比；公路里程的增加给汽车出行带来便利，两者相辅相成，本文预期两者呈正相关。

被解释变量与解释变量描述性统计分析如表 2：

**Table 2.** Descriptive statistics of variables  
**表 2.** 变量的描述性统计量

	均值	标准差	最小值	最大值
$Y$	303.1038	162.1915	49.41	507.07
$X_1$	16079.76	10561.43	2478.76	36102.55
$X_2$	80656.65	44264.57	22459.66	164889
$X_3$	102.0033	1.779961	98.2	105.6359
$X_4$	1860.71	322.775	1363.6	2195
$X_5$	22.28873	3.428026	14.24224	26.55387
$X_6$	19451.23	3413.098	13597	22365.94

注：数据来源于北京市统计年鉴。

### 2.3. 模型建立

基于以上变量，我们将影响北京市私人汽车拥有量的主要因素建立多元线性回归模型，具体如下：

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \beta_6 X_6 + \mu \quad (1)$$

其中  $\beta_0$  表示在没有其他因素影响的条件下，私人汽车拥有量， $\beta_1 \sim \beta_6$  表示对应  $X$  变动一个单位时，私人汽车拥有量的变动，通过实证分析发现  $R^2$  数值越大，方程拟合效果越好，且方程以及各变量在通过显著性检验的条件下，需要符合经济意义。

## 2.4. 模型回归和检验

### 模型回归

使用 Stata 软件进行多元线性回归, 得到结果如下表 3 所示:

**Table 3.** The first result of multiple linear regression on private car ownership  
**表 3.** 关于私人汽车拥有量的多元线性回归结果一

	系数	t	P>t	95%的置信区间
$X_1$	-0.0023921	-0.51	0.619	[-0.0124707, 0.0076865]
$X_2$	0.0010188	0.92	0.375	[-0.001365, 0.0034026]
$X_3$	0.5215952	0.44	0.667	[-2.021382, 3.064572]
$X_4$	0.445436	15.20	0.000	[0.3825728, 0.5082992]
$X_5$	-2.340622	-3.28	0.005	[-3.869063, -0.8121817]
$X_6$	-0.0006001	-0.28	0.781	[-0.0051324, 0.0039322]
常数项	-558.7963	-4.59	0.000	[-819.7547, -297.8379]

根据模型的回归结果调整 R 方为 0.9969, 该回归模型的判定系数为 0.9989, 回归方程的估计标准误差为 9.0032, 模型具有很高的拟合优度, 拟合效果比较好。回归方程的 F 检验统计量的观测值为 1079.45, 其对应的概率 P 值为 0。在显著性水平  $\alpha = 0.05$  的条件下, 则因概率 P 值小于  $\alpha$ , 拒绝回归方程显著性检验的原假设, 认为解释变量与被解释变量之间存在显著的线性关系, 选择该线性模型具有合理性。但回  $X_1, X_2, X_3, X_6$  回归系数未通过显著性检验, 且  $X_1$  和  $X_6$  系数小于 0, 不符合经济意义, 说明解释变量之间可能存在多重共线, 需要做进一步的检验和修正。

## 3. 模型检验与优化

### 3.1. 多重共线性的检验与修正

计算各个变量的相关系数矩阵如表 4 所示, 通过观察可以发现解释变量  $X_1$  与  $X_2, X_4, X_6$  之间,  $X_2$  与  $X_4, X_6$  之间,  $X_4$  与  $X_6$  之间的相关系数非常高, 均大于 0.8, 因此可以认为解释变量之间存在较严重的多重共线性。

**Table 4.** Correlation coefficient of different variables

**表 4.** 不同变量相关系数表

	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$
$X_1$	1.0000					
$X_2$	0.9981	1.0000				
$X_3$	0.1443	0.1431	1.0000			
$X_4$	0.9164	0.9145	0.2279	1.0000		
$X_5$	-0.2868	-0.3090	-0.0118	-0.1513	1.0000	
$X_6$	0.8015	0.8164	0.2443	0.9152	-0.1577	1.0000

由表 5 可知,结果显示该模型的膨胀因子的平均值为 207.07,远远大于经验值 2,且最大值为 607.73,远大于经验值 10,所以可以认为该模型存在严重的多重共线性。

**Table 5.** Expansion factors of different variables

**表 5.** 不同变量膨胀因子表

变量	VIF	1/VIF
$X_1$	607.73	0.001645
$X_2$	597.20	0.001674
$X_4$	22.08	0.045283
$X_6$	12.84	0.077910
$X_5$	1.47	0.679121
$X_3$	1.10	0.909969
VIF 均值	207.07	

### 3.2. 逐步回归

为了消除多重共线性,我们使用自动逐步回归法消除各个解释变量之间的多重共线性。具体如下表 6 所示:

**Table 6.** The second result of multiple linear regression on private car ownership

**表 6.** 关于私人汽车拥有量的多元线性回归结果二

	系数	标准误差	t	P > t	95%的置信区间
$X_2$	0.0004458	0.0001145	3.89	0.001	[0.0002042, 0.0006874]
$X_4$	0.4401673	0.0151092	29.13	0.000	[0.4082896, 0.4720449]
$X_5$	-2.497468	0.6053578	-4.13	0.001	[-3.774661, -1.220274]
常数项	-496.2091	20.72	-23.95	0.000	[-539.9245, -452.4937]

根据表 6 所示,经修正多重共线性后的模型方程为:

$$Y = 0.4401673X_4 - 2.497468X_5 + 0.0004458X_2 - 496.2091 \quad (2)$$

根据模型的回归结果调整  $R$  方 0.9974,在显著性水平  $\alpha = 0.05$  的条件下, $F$  检验显著,各个解释变量  $t$  检验显著,且各个变量的系数符合经济意义。

### 3.3. 异方差检验

由于选取的是时间序列数据,因此有必要对其进行自回归条件异方差检验,具体如图 1 所示。

#### 3.3.1. 残差图观察法

根据图 1 可知,回归标准化残差主要集中在-10 到 10 之间,不存在异方差。但是观察残差图的方法标准较为模糊,难以较为准确判断模型是否真正存在异方差。为了较为准确、严谨判断模型是否存在异方差,本文使用了 BP 检验法和怀特检验法,具体如下:

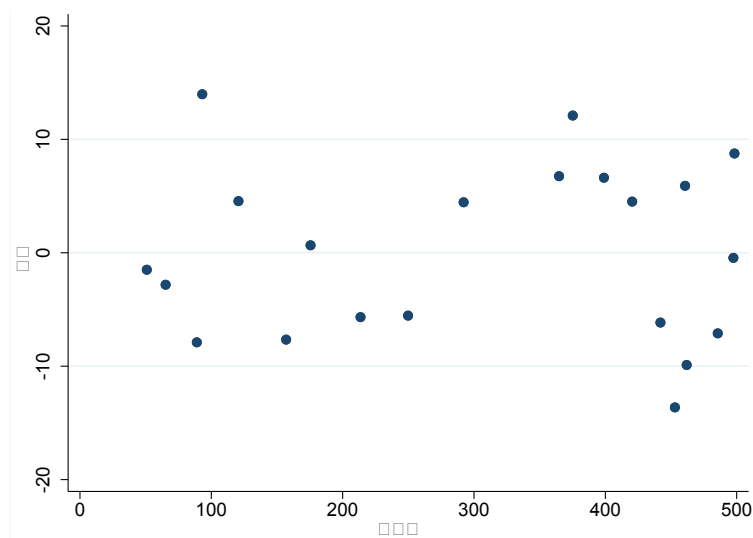


Figure 1. Residual fit value  
图 1. 残差拟合值

### 3.3.2. BP 检验法

在 BP 检验下, 以  $P = 0.8603$  的概率接受原假设, 即模型不存在异方差, 结论与上面残差图结果保持一致。

### 3.3.3. 怀特检验法

根据表 7 怀特检验结果显示: 模型以  $P = 0.9507$  的结果不显著, 接受原假设, 即模型不存在异方差, 此结果与前面残差图和 BP 检验保持一致。

Table 7. White test results

表 7. 怀特检验结果

	卡方检验	自由度	P 值
异方差性	3.31	9	0.9507
偏斜	2.51	3	0.4733
峰度	2.49	1	0.1143
总计	8.32	13	0.8225

以上三种方法均表明该模型不存在异方差, 比较有说服力。

因为是时间序列数据, 我们需要进行时间序列相关检验, 我们采用拉格朗日乘数检验。

### 3.3.4. 拉格朗日乘数检验

从表 8 可知, 在每一个滞后期上, 我们都不能拒绝残差没有自相关性的原假设, 从而可以认为该模型的残差不存在自相关。

Table 8. Lagrange multiplier test results

表 8. 拉格朗日乘数检验结果

	卡方检验	自由度	Prob > chi2
1	12.7062	9	0.17636
2	18.8726	9	0.02630

## Continued

3	10.3589	9	0.32222
4	6.3050	9	0.70905
5	6.7672	9	0.66134

## 4. 结论与建议

### 4.1. 结论

本文研究北京市私人汽车拥有量的影响因素,通过建立多元统计回归模型,并做多重共线性检验,发现影响北京市私人汽车拥有量的主要有效因素有人均国内总产值、总人口数以及每万人拥有公交车辆数。其中人均国内生产总值、总人口数对北京市私人汽车拥有量有一定的促进作用,随着居民生活水平的提高与总人口数的增加,北京市私人汽车拥有量会进一步增加。每万人拥有公交车辆对北京市私人汽车拥有量有一定的限制作用,随着北京市公共交通设施的完善,一定程度抑制了北京市私家车的消费,同时也缓解了北京交通与环境恶化问题。

### 4.2. 建议

随着北京市经济水平的持续发展与技术进步,北京市私人汽车需求量将在未来较长一段时间内保持着快速增长趋势。为了北京市汽车消费市场能够健康稳步发展,企业应该加大资金投入,提高自主创新能力,促进技术发展,大力开展节能与新能源汽车,同时政府应当积极履行自己的各项职能,在经济政策方面能够优化经济结构,提高居民消费水平和收入并合理完善税收政策以及创造良好的法制环境,同时规范生产者的行为;消费者则应当理性消费,根据自己的收入水平以及消费偏好,做出自己的抉择。

## 基金项目

天津市研究生科研创新项目:碳交易政策下供应链的低碳转型演化机理研究(2021YJSS278);大学生创新创业训练项目:碳交易机制下供应链企业生产及减排策略的演化研究(202210069027)。

## 参考文献

- [1] 黄晓燕,曹小曙,李涛.中国城市私人汽车发展的时空特征及影响因素[J].地理学报,2012,67(6):745-757.
- [2] 饶栋平.我国私人汽车拥有量影响因素的计量分析[J].中国商贸,2013(33):176-178.
- [3] 杨红星.城镇居民收入对我国私人汽车拥有量的影响[J].青海交通科技,2013(5):44-48.
- [4] 王璐.我国私人汽车拥有量发展现状及影响因素分析[J].城市,2017(5):67-76.
- [5] 郑雪晴.我国私人汽车拥有量及其经济影响因素的实证分析[J].市场周刊(理论研究),2017(8):52-54.
- [6] 万芳.基于计量分析法对私家车保有量的影响因素及调控策略分析:以成都市为例[J].四川师范大学学报(自然科学版),2015,38(4):609-616.
- [7] 张琪,赵胜川.中国城市私人汽车拥有量的影响因素分析[J].交通运输研究,2016,2(3):1-5.  
<https://doi.org/10.16503/j.cnki.2095-9931.2016.03.001>
- [8] 郭栋,张洪浩,郑春燕,高松,王丹琦.未来中国汽车类型发展预测及节能减排效益分析[J].系统工程理论与实践,2016,36(6):1593-1599.
- [9] 吴卫义.中国省域私人汽车拥有量影响因素的实证研究——基于面板数据模型的研究[J].当代经济,2017(29):146-147.
- [10] 张兰怡,胡喜生,陈清耀,邱荣祖.基于PCA-Logistic回归的汽车保有量预测研究[J].重庆交通大学学报(自然科学版),2017,36(5):104-109.
- [11] 戴学臻,王妍,彭志鹏,成洪博.基于双重Logistic曲线模型汽车保有量预测方法[J].重庆交通大学学报(自然科学版),2017,36(5):104-109.



- 学版), 2019, 38(11): 21-26.
- [12] 刘斌, 赵天舒, 张再霞. 基于改进 PCA-Logistic 模型对个人汽车保有量预测[J]. 公路交通科技, 2020, 37(8): 136-143.
- [13] 邢蕾, 刘永超. 基于灰色理论的私人汽车拥有量分析及预测[J]. 长春工业大学学报, 2021, 42(4): 305-311.  
<https://doi.org/10.15923/j.cnki.cn22-1382/t.2021.4.03>
- [14] 赵金辉, 李景顺, 王潘乐, 侯高杰. 基于 Lasso-BP 神经网络模型的河南省碳达峰路径研究[J/OL]. 环境工程, 1-10.  
<http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.2097.x.20220823.1127.002.html>
- [15] Wu, N., Zhao, S. and Zhang, Q. (2016) A Study on the Determinants of Private Car Ownership in China: Findings from the Panel Data. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, **85**, 186-195.  
<https://doi.org/10.1016/j.tra.2016.01.012>
- [16] Soltani, A. (2017) Social and Urban Form Determinants of Vehicle Ownership: Evidence from a Developing Country. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, **96**, 90-100. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2016.12.010>