

吴振阳, 邢杰. 基于多元回归和 GM 的新能源汽车保有量预测[J]. 智能计算机与应用, 2024, 14(10): 214-217. DOI: 10.20169/j. issn. 2095-2163. 241031

## 基于多元回归和 GM 的新能源汽车保有量预测

吴振阳, 邢杰

(南京林业大学汽车与交通工程学院, 南京 210037)

**摘要:** 近几年国家大力推动新能源汽车发展。本文基于多元回归模型和 GM 模型建立新能源汽车保有量预测模型。首先, 对新能源汽车保有量影响因素进行筛选, 最终选取 5 个(公共充电桩保有量、老龄化率、国内生产总值、城镇化率、汽车驾驶员人数)作为本文影响因素, 然后选取 2013~2022 年新能源汽车保有量和影响因素数据建立多元回归模型, 再利用 GM 模型对 2023~2025 年的数值进行预测, 将影响因素预测值代入多元回归模型, 最终得出 2023~2025 年新能源汽车保有量分别为 1 909.61、2 964.52、4 576.94 万辆。为检验模型准确性, 本文首先选取 2013~2019 年的数据建立新的多元回归模型, 并利用 GM 模型预测 2020~2022 年影响因素数据, 将其代入新多元回归模型算出 2020~2022 年新能源汽车保有量, 再与真实值相比较, 最终得出平均误差为 8.6%。同时利用 GM 模型对 2020~2022 年新能源汽车保有量进行预测, 得出平均误差为 27.5%, 远高于本文建立模型所得出的平均误差。

**关键词:** 新能源汽车; 保有量; 多元回归模型; 灰度预测(GM)模型; 预测

中图分类号: F407.471

文献标志码: A

文章编号: 2095-2163(2024)10-0214-04

## Forecast of new energy automobiles based on multiple regression model and GM model

WU Zhenyang, XING Jie

(College of Automotive and Transportation Engineering, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China)

**Abstract:** In recent years, the development of new energy automobiles has been vigorously promoted. In this paper, based on multiple regression model and grey level prediction model, a new energy vehicle ownership prediction model is established. Firstly, the influence factors of new energy automobile ownership are screened, and five factors such as public charging pile ownership, aging rate, gross domestic product, urbanization rate, and number of automobile drivers are selected as the influencing factors in this paper. After that, the multiple regression model is established by selecting 2013~2022 new energy automobile ownership and influencing factor data, then the GM model is used to predict the values from 2023 to 2025, and the influencing factor prediction values are substituted into the multiple regression model, finally the new energy automobile ownership from 2023 to 2025 is predicted to 19.096 1 million, 29.645 2 million, and 45.769 4 million, respectively. In order to test the accuracy of the model, a new multiple regression model is established by selecting the data from 2013 to 2019, and the GM model is used to predict the influencing factor data from 2020 to 2022, which is substituted into the new multiple regression model to calculate the new energy automobile ownership from 2020 to 2022, and compared with the real value, the achieved average error is 8.6%. At the same time, the GM model is used to predict the ownership of new energy vehicles from 2020 to 2022, and the average error is 27.5%, which is much higher than the average error obtained by the model established in this paper.

**Key words:** new energy automobiles; ownership; multiple regression model; grey level prediction model(GM); prediction

## 0 引言

在当今低碳经济以及可持续发展的战略背景下, 国家针对新能源汽车出台一系列利好政策, 大力

推动新能源汽车的发展, 使新能源汽车的保有量近几年呈现高增长状态。2013 年, 国内新能源汽车保有量仅为 5.37 万辆, 而 2022 年, 新能源汽车保有量达到 1 310 万辆<sup>[1]</sup>, 数目增长超百倍。然而, 新能源

基金项目: 南京林业大学大学生创新训练项目(2022NFUSPITP0352)。

作者简介: 邢杰(2000-), 男, 硕士研究生, 主要研究方向: 车辆系统动力学。

通讯作者: 吴振阳(2003-), 男, 本科生, 主要研究方向: 车辆系统动力学。Email: 493051678@qq.com

收稿日期: 2023-05-31

汽车配套充电桩等相关基建还不能满足目前的需求。因此,对新能源汽车保有量进行预测,有利于相关部门落实新能源汽车基础设施建设。

目前,关于新能源汽车保有量预测的研究比较丰富。文献[2]在参数估计的基础上,分别使用 Bass 模型和 GM 模型建立新能源汽车保有量预测模型,预测国内新能源汽车保有量。文献[3]在参数估计的基础上,基于 Bass 模型,通过汽油的价格来预测 2020 年新能源汽车保有量。上述研究采用单一的预测模型对新能源汽车保有量进行预测,随着预测年份的增加,预测误差将逐步增大<sup>[4]</sup>。

本文首先分析新能源汽车保有量的影响因素,再对影响因素进行筛选,最终选取 5 个(公共充电桩保有量、老龄化率、国内生产总值、城镇化率、汽车驾驶员人数)作为本文研究因素,然后选取 2013~2022 年新能源汽车保有量和影响因素的数据建立多元回归模型,并基于 GM 模型对影响因素 2023~2025 年的数据进行预测,将影响因素预测值代入多元回归模型,最终得出 2023~2025 年新能源汽车保

有量的预测值。为了检验模型准确性,选取 2013~2019 年新能源汽车保有量和影响因素的数据建立新的多元回归模型,并利用 GM 模型预测 2020~2022 年影响因素的数值,将其代入新多元回归模型并得出最终的平均误差。

## 1 影响因素分析

影响新能源汽车保有量的因素有很多,参考文献[5-8],本研究初步选取公共充电桩保有量、老龄化率、新能源汽车学位论文数量、国内生产总值、城镇化率、汽车驾驶员人数作为影响新能源汽车保有量的因素。

为了使模型更加准确,需要对各影响因素与新能源汽车保有量之间的相关性进行检验。皮尔逊相关系数常用来表示相关性,可以直观地反映影响因素与保有量之间的相关程度<sup>[8]</sup>。设:新能源汽车保有量  $y$ ,公共充电桩保有量  $x_1$ ,老龄化率  $x_2$ ,新能源汽车学位论文数量  $x_3$ ,国内生产总值  $x_4$ ,城镇化率  $x_5$ ,汽车驾驶员人数  $x_6$ 。利用 SPSS 进行皮尔逊相关性分析得出的结论见表 1。

表 1 变量与新能源汽车保有量之间的皮尔逊相关系数

Table 1 Pearson's correlation coefficient between variables and new energy automobile capacity

皮尔逊相关性	$y$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$
$y$	1	0.996	0.935	0.739	0.916	0.887	0.917
$x_1$	0.996	1	0.947	0.760	0.920	0.904	0.922
$x_2$	0.935	0.947	1	0.918	0.992	0.991	0.991
$x_3$	0.739	0.760	0.918	1	0.929	0.934	0.923
$x_4$	0.916	0.920	0.992	0.929	1	0.983	0.996
$x_5$	0.887	0.904	0.991	0.934	0.983	1	0.985
$x_6$	0.917	0.922	0.991	0.923	0.996	0.985	1

由表 1 可知,影响因素与国内新能源汽车保有量的相关性由高到低为:公共充电桩保有量( $x_1$ )、老龄化率( $x_2$ )、汽车驾驶员人数( $x_6$ )、国内生产总值( $x_4$ )、城镇化率( $x_5$ )、新能源汽车学位论文数量( $x_3$ )。为进一步提高模型精度,降低模型复杂度,将相关系数小于 0.8 的因素(新能源汽车学位论文数量)去除。最终确定本文研究的因素为公共充电桩保有量( $x_1$ )、老龄化率( $x_2$ )、国内生产总值( $x_4$ )、城镇化率( $x_5$ )、汽车驾驶员人数( $x_6$ )。

## 2 模型建立

选取 2013~2022 年新能源汽车保有量以及其影响因素的数据,运用 Matlab 中的 Regress 函数建立国内新能源汽车保有量与影响因素之间的回归模

型,运行代码可写为:

$$[b, bint, r, rint, stats] = regress(y', [ones(n, 1), x_1', x_2', x_4', x_5', x_6']) \quad (1)$$

其中,  $n$  表示选取的年份数量;  $b$  表示回归系数;  $bint$  表示回归系数的置信区间;  $r$  表示残差;  $rint$  表示残差的置信区间;  $stats$  包含检验  $F$ 、相关系数  $R^2$ 、 $P$  值和估计误差  $S^2$ 。 $R^2$  越接近于 1,回归性越显著。

得出回归模型具体如下:

$$y = 1456.4799 + 8.0548 \times x_1 - 147.0934 \times x_2 + 0.00081185 \times x_4 - 13.12997 \times x_5 + 91.2796 \times x_6 \quad (2)$$

进一步推得,  $R^2$  为 0.9988,故此模型的回归性显著。2013~2022 年新能源汽车保有量估计值和实际值对比如图 1 所示。

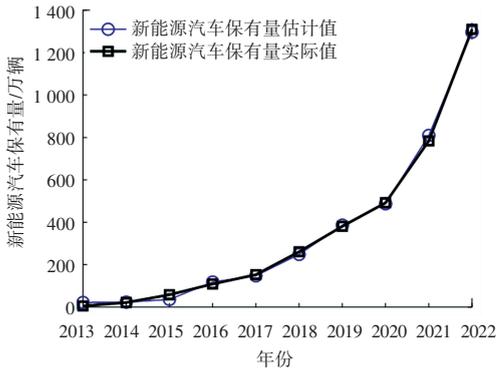


图1 2013~2022年新能源汽车保有量估计值与实际值对比图

Fig. 1 Comparison of estimated and actual ownership of new energy automobiles from 2013 to 2022

表2 2023~2025年影响因素和新能源汽车保有量预测值

Table 2 Predicted value of influencing factors and new energy automobiles capacity in 2023~2025

年份	公共充电桩保有量( $x_1$ )/万台	老龄化率( $x_2$ )/%	国内生产总值( $x_4$ )/亿元	城镇化率( $x_5$ )/%	汽车驾驶员人数( $x_6$ )/亿人	新能源汽车保有量( $y$ )/万辆
2023	258.67	15.78	1 315 080	67.36	5.56	1 909.61
2024	392.14	16.67	1 420 030	68.96	6.07	2 964.52
2025	594.49	17.61	1 533 350	70.59	6.62	4 576.94

### 3 模型精度验证

#### 3.1 2020~2022年新能源汽车保有量预测

为了验证模型的准确性以及可行性,现选取2013~2019年影响因素和新能源汽车保有量数据建立多元回归模型。2013~2019年新能源汽车保有量的估计值和实际值对比如图2所示。

得出回归模型如下所示:

$$y = 1\,266.549\,8 + 4.536 \times x_1 - 22.035\,6 \times x_2 + 0.000\,545\,9 \times x_4 - 30.627\,3 \times x_5 + 119.870\,4 \times x_6 \quad (3)$$

进一步推得,  $R^2$  为0.999 4,故该模型拟合度较高。

为了预测2020~2022年新能源汽车保有量,则要先预测这3年影响因素的数值。基于GM模型,

由于该模型预测时需要代入每年各因素的数值,而目前2023~2025年影响因素的数值无法从网络上查询,则需要对2023~2025年影响因素的数值进行预测。GM模型是以年份为变化因素来预测的<sup>[9]</sup>,其短期预测结果较为准确,故选取2015~2022年影响因素的数值并基于GM模型来预测各变量在2023~2025年的数值。然后将预测值代入式(2),求得2023年新能源汽车保有量的预测值(见表2)。

由表2可以看出,2023~2025年新能源汽车保有量预测值分别为1 909.61、2 964.52、4 576.94万辆。

结合2015~2019年影响因素的数据,得出2020~2022年影响因素的值,将其代入式(3),算出2020~2022年新能源汽车保有量的预测值(见表3)。

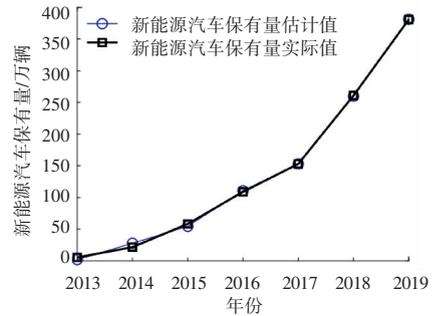


图2 2013~2019年新能源汽车保有量估计值和实际值对比图

Fig. 2 Comparison of estimated and actual ownership of new energy automobiles from 2013 to 2019

表3 2020~2022年新能源汽车保有量与变量预测值

Table 3 Predicted value of ownership and variables of new energy automobiles from 2020 to 2022

年份	公共充电桩保有量( $x_1$ )/万台	老龄化率( $x_2$ )/%	国内生产总值( $x_4$ )/亿元	城镇化率( $x_5$ )/%	汽车驾驶员人数( $x_6$ )/亿人	新能源汽车保有量( $y$ )/万辆
2020	73.26	13.23	1 090 140	61.76	4.39	537.12
2021	112.82	13.91	1 195 390	62.90	4.83	776.87
2022	173.73	14.63	1 310 800	64.06	5.33	1 124.70

由表3可得出该模型最终得出新能源汽车保有量2020~2022年的预测值分别为537.12、776.87、1 124.70万辆,且与实际值比较后推得3年的平均误差为8.6%,故此模型精度较高。

将上述影响因素(在2020~2022年)实际值代入式(3),算出2020~2022年新能源汽车保有量的预测值,以此来检验使用GM模型预测影响因素数值的精准度。将实际值代入后算出的2020~2022

年新能源汽车保有量预测值(见表 4)。

表 4 影响因素实际值代入所得 2020~2022 年新能源汽车保有量预测值

Table 4 Predicted value of the actual value of influencing factors substituted into the model of new energy automobiles for 2020~2022

年份	新能源汽车保有量 预测值/万辆	新能源汽车保有量实际值 与预测值误差绝对值/%
2020	432.83	13.67
2021	693.24	13.09
2022	1 018.23	28.65

由表 4 可以看出,代入影响因素真实值所得出的新能源汽车保有量预测值比使用 GM 模型得出的预测值误差更大,故使用多元回归模型和 GM 模型建立预测模型是可行的,且精度较高。

### 3.2 模型对比

目前预测新能源汽车保有量的模型有很多,现选取 GM(1,1)模型与本文所建立的模型进行比较。将 2013~2019 年新能源汽车保有量代入 GM 模型,利用 Matlab 调试代码,得出新能源汽车保有量随年份变化关系(如图 3 所示)。



图 3 GM 模型下新能源汽车保有量随年份变化曲线

Fig. 3 Variation curve of new energy vehicle ownership with year under the GM model

由图 3 可知,2020~2022 年新能源汽车保有量预测值分别为 647.636、1 015.210、1 591.400 万辆,且与实际值比较后推得的平均误差为 27.5%,远高于本文建立预测模型所得出的平均误差。

## 4 新能源汽车发展建议

### 4.1 基础设施建设优化

新能源汽车充电难是目前影响新能源汽车保有量以及困扰消费者的重要因素之一,有关部门应加大新能源汽车充电桩的建设,逐步完善基础设施。

2022 年国内新能源汽车公共充电桩数量达到 179.7 万台。同时,优化充电设施布局,有利于新能源汽车保有量的增加。

### 4.2 科研投入加大

目前,国内对于新能源汽车的研究取得了可观成果。2022 年,国内动力电池的装车量为 294.6 GW·h,相较于 2021 年增长 90.7%<sup>[10-11]</sup>。但由于电池的能量密度较小,为了提高续航里程,不得不增加电池容量,整车的重量也随之不断增加。因此提高科研投入效能,完善新能源汽车的技术,方可继续推进新能源汽车的发展。

## 5 结束语

本文使用多元回归模型和 GM 模型建立新能源汽车保有量的预测模型,预测出 2023~2025 年新能源汽车保有量分别为 1 909.61、2 964.52、4 576.94 万辆,之后选取 2013~2019 年数据建立相同模型对 2020~2022 年新能源汽车保有量进行预测,并得出该模型相对误差为 8.6%。对于国内新能源汽车的发展,相关企业应该紧贴国家的政策,稳步推进新能源汽车产业的发展。

## 参考文献

- [1] 中华人民共和国国家统计局. 中国统计年鉴 2022[M]. 北京: 中国统计出版社, 2017.
- [2] 楚岩枫, 朱天聪. 基于 Bass 模型和 GM(1,1) 模型的我国电动汽车保有量预测研究[J]. 数学的实践与认识, 2021, 51(11): 21-32.
- [3] 曾鸣, 曾繁孝, 朱晓丽, 等. 基于 Bass 模型的我国电动汽车保有量预测[J]. 中国电力, 2013, 46(1): 36-39.
- [4] 李楠, 马宏忠. 基于综合预测模型和蒙特卡洛的电动汽车保有量及负荷预测方法研究[J]. 电机与控制应用, 2022, 49(12): 74-80.
- [5] 童芳, 兰凤崇, 陈吉清. 新能源汽车发展影响因素分析及保有量预测[J]. 科技管理研究, 2016, 36(17): 112-116.
- [6] 唐乐. 基于集覆盖模型的新能源汽车充电桩选址优化分析[D]. 兰州: 兰州交通大学, 2022.
- [7] 鞠鹏. 政府补贴对新能源汽车保有量以及社会福利的影响研究[D]. 成都: 电子科技大学, 2020.
- [8] 王小璇. 我国新能源汽车保有量影响因素分析及预测方法研究[D]. 北京: 华北电力大学(北京), 2021.
- [9] 程娟娟. 高校科研与教学关系实证研究—基于皮尔逊相关系数的分析[J]. 中国高校科技, 2022(10): 46-52.
- [10] 朱曼宇, 张峥. 基于 GM(1,1) 模型的新能源汽车销量预测研究[J]. 物流工程与管理, 2023, 45(2): 138-141.
- [11] 郑雪芹. 2022 年我国动力电池装车量 294.6GWh[J]. 汽车纵横, 2023(2): 114-115.