题目

摘要

本文针对---（标题）--问题，建立了---模型，用---方法解决了---问题。（3行左右）

针对问题一，本文建立了----模型解决了---问题。首先---然后----

//运用---方法，对模型进行求解，结果为----。

//运用---方法对模型进行检验，结果为-----，准确率为----。

//并对模型进行了灵敏度分析，得到当模型中的××参数变化××%时，××结果提升了××%，模型表现较为稳健。

针对-----，

针对-----，

针对-----，

**针对问题一，本文首先作出了中国新能源纯电动汽车的销售量和各因素的时间序列图，根据图像初步描述了各因素对销售量的影响。然后以销售量与基础设施的关系为例，建立了时间序列模型，依次进行了ADF检验、差分调整、格兰杰因果检验、交叉性检验，从而进一步分析基础设施对销售量的影响，得到的结果为两者之间存在强的即时关系但无明显的线性关系，在一定程度上，基础设施对于中国新能源纯电动汽车行业是有较大影响的。其余因素如GDP，电池的续航能力，新能源纯电动汽车的最高行驶速度都分别对于中国新能源纯电动汽车的销售量基本上没什么影响。研发投入成本以及相关车企被诉讼的金额对于中国新能源纯电动汽车的销售量是有一定程度的影响。**

**针对问题二，本文收集了中国历年来每月的新能源纯电动汽车销售量，利用收集数据，对差分前后的数据利用时序图，季节性分解分析，以及构建各自的时间序列模型进行比较，发现差分前后的销售量的长期都呈上升趋势，且随时间变化周期性数据波动越来越大，以及对差分前后的销售量以月为单位进行季节性分解分析，发现6，9和12月平均都大于全年平均水平，2，5，8月平均都小于全年平均水平；进一步建立了以月为单位的时间序列模型，然后对差分前后的销售量季节性分解，分别建立了温特斯乘性模型和ARIMA模型，再对两个模型进行了残差检验，发现未差分的时间序列模型更精准，因此选用未差分的时间序列模型预测了未来10年中国新能源汽车的销售量，结果显示2023年4月为216157辆，2023年5月为285915辆…2033年3月为792994辆。**

**针对问题三，本文收集了纯电动能源汽车和传统能源汽车的销售量、市场份额等相关数据，并对数据进行了标准化处理，然后以ZH Sales volume和Global traditional energy vehicle sales为例，沿用了问题一的时间序列模型，并依次进行了ADF检验、差分调整、格兰杰因果检验、交叉性检验，发现两者既无因果关系也没有明显的线性关系。同理可得Global Pure electric sales、Plug-in sales与Global traditional energy vehicle sales均无明显的线性关系，但纯电车的市场份额对传统燃油汽车的销量的影响在时间上有极大的一一对应关系且呈现极大的负相关。**

**针对问题四，本文收集了4个来自美国和欧盟的相关政策及实施时间，以“美国提高对中国新能源汽车的进口关税27.5%”这一政策为例，建立了Winters' Additive模型，用2014.1-2017.12（有政策时间段）的销售量预测了2018.2-2023.3（无政策时间段）的销售量，将预测值作为在2018.2-2023.3有政策影响的销售量与在2018.2-2023.3无政策影响的真实值进行对比，发现无政策的销售量总是高于有政策的销售量，说明该政策对销售量产生了抑制作用，但从长期趋势来看，销售量逐渐增长，说明可能受到其他因素的影响，推动了销售的增长。**

**针对问题五，**

**针对问题六，**

**关键词**： --

# 问题重述

## 问题的背景

新能源汽车是指采用非常规的车用燃料作为动力来源，综合车辆的动力控制和驱动方面的先进技术，形成的技术原理先进、具有新技术、新结构的汽车，主要分为四大类型。新能源汽车的优点有绿色环保、平顺度好。关于新能源汽车，欧美各国在十九世纪中期就已经开始关注，并进行了相关探索；中国自2011年以来，制定了一系列优惠政策，使得新能源电动汽车产业取得巨大的发展，在企业、技术和市场领域都有所突破。在能源和环保的压力下，新能源汽车无疑将成为未来汽车的发展方向。

## 问题的条件和数据

1. DATA.excel中表1给出了2014年1月至2023年3月每月中国纯电动能源汽车的销售量，基础设施（充电桩的数量），GDP（月），电池的续航能力（以最高历程呈现），最大行驶速度，以及车企公司投入的研发费用和车企公司被诉讼的涉案金额，以及6个政策的实施时间；

2. DATA.excel中表2给出了2014年1月至2023年3月每月中国纯电动能源汽车的销售量，市场份额，全球传统能源汽车的销售量，全球纯电动能源汽车的销售量，全球插电混动汽车的销售量以及欧盟、欧盟补贴、美国对中国的关税、欧盟反补贴调查这四个政策的具体施行的时间区间；

3. DATA.excel中表3给出了2014年1月至2023年3月每月中国纯电动能源汽车的销售量，市场份额，全球传统能源汽车的销售量，全球纯电动能源汽车的销售量，全球插电混动汽车的销售量标准化后的数据；

4. DATA.excel中表4给出了2014年1月至2023年3月每月中国纯电动能源汽车的销售量和欧盟、欧盟补贴、美国对中国的关税、欧盟反补贴调查这四个政策的具体施行的时间区间；

5. YearDate.excel中表1给出了2014年至2015年，Sales volume，Number of public charging piles\_Nationwide (cumulative)，GDP，Battery capacity (km)，Maximum speed (km/h)，equity ratio，Net assets per share increased compared to the beginning of the year，return on invested capitalR&D expenses每年的数据。

## 问题的要求

**问题一**： 考虑影响中国新能源电动汽车发展的主要因素，描述和分析这些因素对中国新能源电动汽车发展的影响。

**问题二**： 收集中国新能源电动汽车行业发展数据，描述和预测中国新能源电动汽车在未来10年的发展。

**问题三**： 收集相关数据，分析在全球新能源电动汽车对传统能源汽车行业的影响。

**问题四**：查找一些国家抵制中国新能源电动汽车发展的政策，分析这些政策对中国新能源电动汽车发展的影响。

**问题五**：假设有100万城市人口，分析城市新能源电动汽车的电气化对生态环境的影响。

**问题六**：基于问题5的结论，给市民写一封公开信，内容包括新能源电动汽车的好处、电动汽车行业在世界各国的贡献。

# 问题分析

## 问题一的分析

题目要求考虑影响中国新能源电动汽车发展的主要因素，描述和分析这些因素对中国新能源电动汽车发展的影响。对此可以考虑政策、技术、经济、人们的环保意识和对电车的消费观念等方面，并用中国新能源电动汽车的销售量来反映发展情况。其中，政策方面包括对企业的补贴、对个人购车的补贴、对相关科技发展的财政支持、相关基础设施的完善如充电站数量等；技术方面包括电池容量、电车速度等；经济方面包括还有社会经济发展、技术的研发费用等。因此，首先需要收集足够多的相关数据，如历年来纯电动能源汽车的销售量、中国GDP发展、企业投入的研发费用等等。关于模型的建立，可以选择多元线性回归来分析各个因素对中国新能源电动汽车发展的影响，或者对中国新能源电动汽车销量和其他因素分别进行ADF数据平稳性检验，再进行 Granger因果检验和交叉相关性的方法检验他们之间的因果关系和相关程度，尽可能描述出这些因素是如何做用于中国新能源的发展。

The main factor

Technology

economy

infrastructure

Battery life

The maximum travel speed of the car

The total number of charging stations

Battery capacity

R&D expenses

GDP

The amount involved

purchaser

Enterprises:

increase the difficulty

of subsidies and eliminate

backward enterprises

Policy

subsidies

Purchase subsidy

Business subsidies

Technology subsidies

The sales volume is tested with ADF for each factor

smooth

Unsteady

Granger causality test

Differential adjustment

Cross-relevance

conclusion

## 问题二的分析

题目要求收集中国新能源电动汽车行业发展数据，描述和预测中国新能源汽车在未来10年的发展。对此仍可用中国新能源电动汽车的销售量来反映发展情况，因此需要收集我国历年来每月的新能源电动汽车销售量。对于描述发展，可以利用已有数据画出销售量的时间序列图，然后从图像中观察其长期趋势、周期性、季节性等。对于预测发展，可进一步建立分别以月、季度、年份为单位的销售量时间序列图，通过观察和比较其性质选用一个合适的单位建立时间序列模型，然后对其进行季节性分解，从而建立一个合适的具体模型（如温特斯乘法模型、温特斯加法模型等）。未验证模型的可靠性，可对所建立的模型进行残差检验（ACF检验和PACF检验），最后选择最精准的模型来预测未来10年中国新能源汽车的发展。

Images related to sales volume (month, quarter, year)

(Differential adjustment)

Select the appropriate units to build a time series model

Whether it is cyclical or quarterly

Establish a suitable concrete model

(For example, the Winster multiplication model)

Seasonal decomposition

Residual test

Forecast for the next 10 years

## 问题三的分析

题目要求收集相关数据，分析在全球新能源电动汽车行业的影响。考虑到两者的竞争关系，新能源电动汽车的发展可能会挤压传统能源汽车行业的市场份额、影响其销量、降低相关企业的利润，从而迫使对传统能源汽车企业进行技术升级以提高竞争力。对此需要尽可能的多收集相关数据，如历年来中国纯电动能源汽车的销售量、市场份额，全球传统能源汽车的销售量、全球纯电动能源汽车的销售量、全球插电混动汽车的销售量等等。然后可通过对不同因素分别建立合适的时间序列模型，同问题一进行Granger因果检验和交叉相关性分析，探究各因素与销售量之间的因果关系和相关程度。同时可进一步分析出他们之间在不同滞后时区是否存在因果关系、存在哪种关系以及相关性程度，如存在哪种程度的正相关或是负相关。

Global Pure electric Sales

Plug in sales

China Sales Volume

The sales volume is tested with ADF for each factor

smooth

Unsteady

Granger causality test

Differential adjustment

Cross-relevance

conclusion

Market Share

Influencing Factors

## 问题四的分析

题目要求查找一些国家抵制中国新能源电动汽车发展的政策，分析这些政策对中国新能源电动汽车发展的影响。对此可收集相关的政策，如进口税、技术限制、市场准入限制等等，以及政策实施的时间段，同时也需要收集在这些时间段附近中国新能源电动汽车发展的具体数据。然后对不同的政策进行不同维度的分类，后可进行多元线性回归分析他们对中国新能源电动汽车的影响，或者对具体的比较重要的政策单独进行时间序列分析。具体地，可以根据具体政策的起止时间作为界点，将数据集按时间分段，然后利用建立合适的预测模型，根据前一段时间的数据预测后一段时间的数据，再将预测的数据与实际数据进行对比，分析该政策对中国新能源电动汽车销量的具体影响。

Estimate Later data

Compared

Get conclusion

ADF Inspection

Differential processing

Data set is

not stationary

re-insert

Data set is stationary

Divide the stationary data set

into two periods based on policy

implementation time

Later data

Previous data

Predict

## 问题五的分析

题目假设有100万城市人口，分析城市新能源电动汽车的电气化对生态环境的影响。这需要建立一个合理的模型来模拟完成电气化后城市交通减少的碳排放量来体现新能源电动汽车的普及对生态环境的好处。对于模型的建立，需要考虑的相关因素有城市的交通需求、交通方式、电气化程度、能源结构、碳排放量等等。其中，城市的交通需求包括城市人口、人均出行次数每次出行的公里数等，交通方式包括私家车出行总公里数占比、公交车总公里数占比等，电气化程度包括新能源电动车占总的私家车的比重和电动巴士占公交车的比重等，能源结构包括燃油、电力占总交通能源的比重等，碳排放量包括每公里燃油碳排放和每公里的电车碳排放（可以假设来自可再生能源的电力部分碳排放为0）。通过收集这些因素，建立合理的模型，就可以算出完成电气化后城市每年减少的碳排放得到电气化对环境保护的影响。

## 问题六的分析

结合问题五的结果来宣传新能源电动车的好处以及电动汽车行业在世界各国的贡献。

# 问题假设

见问题五

（1）假设汽车完全燃烧，尾气排放只考虑二氧化碳

（2）假设每人每天平均出行次数为3次

（3）假设平均每次出行长度为10公里

（4）使用常规的一年365天

（5）私家车出行占所有出行的50%

（6）电动私家车占所有私家车的50%

（7）公共交通出行占所有出行的30%

（8）电动巴士占所有公共交通的50%

（9）燃油车辆每公里CO2排放量为2.3千克；非可再生能源每千瓦时CO2排放量为0.475千克

（10）可再生能源在电力供应中占比26%

（11）充放电过程中的能量损耗率为5%

# 符号说明

|  |  |
| --- | --- |
| 符号 | 含义 |
| *P* | 城市人口 |
| *T* | 每人每天平均出行次数 |
| *L* | 平均每次出行长度 |
| *D* | 一年中的天数 |
|  | 私家车出行占比 |
|  | 电动私家车占比 |
|  | 公共交通出行占比 |
|  | 电动巴士占比 |
|  | 燃油车辆每公里CO2排放量 |
|  | 非可再生能源每千瓦时CO2排放量 |
|  | 可再生能源在电力供应中的比例 |
|  | 充放电能量损耗率 |

# 模型的建立与求解

## 问题一

### 模型的建立

（一）数据预处理

对于问题一，本文主要在时间上探究中国新能源电动汽车的销售量和其余的变量的关系，即探究各因素对销售量在时间序列上的影响。其中，销售量用来反映中国新能源电动汽车的发展。

为此，本文建立如下的时间序列模型。

（一）时间序列模型的建立

（1）ADF检验

建立时间序列模型之前，先对数据进行平稳性检验，本文采用ADF检验，模型如下，

设原假设为存在单位根，时间序列是非平稳的；设备择假设不存在单位根，时间序列是平稳的，即

当序列基本走势呈现无规则上升或下降并反复时，将其归为无漂移项自回归过程，对应的回归式为

当序列基本走势呈现明显的随时间递增或递减且趋势并不太陡峭时，将其归为带漂移项自回归过程，对应的回归式为

当序列基本走势随时间快速递增时，则将其归为带趋势项回归过程，对应检验回归式为

其中，是常数项，是时间趋势项，为随机扰动项。

若*p*值大于0.05，则无法拒绝原假设，说明时间序列是非平稳的，若*p*值小于0.05，则拒绝原假设，说明时间序列是平稳的。

（2）差分调整

若时间序列是非平稳的，则需要进行采用一阶差分的方式调整，公式为

若一阶差分后时间序列仍是非平稳的，则需要进行采用二阶差分的方式调整，公式为

同理，d阶差分为

另外，季节差分为

其中，*m*为周期。

（二）时间序列模型的检验

（1）Ganger因果检验[]

设原假设为时间序列变量X不是引起时序变量Y变化的原因，备择假设为时间序列变量X是引起时序变量Y变化的原因，公式表示为

若“时间序列变量X是引起时序变量Y变化的原因”，根据Y的p阶自回归模型

其中，为常数项，为Y的最大滞后期数，为白噪声。同时考虑X对Y的影响，可得Y的无限回归模型

其中，为X的最大滞后期数。

然后利用这两个回归模型的残差平方和和得到统计量

其中，*n*为最大样本容量。

根据上述模型，先前提出的假设“时间序列变量X是引起时序变量Y变化的原因”等价于检验显著不等于0，即

若，则时间序列变量X不是引起时序变量Y变化的原因。

（2）交叉性检验[]

针对相同样本长度N的时间序列和，令交叉相关函数为

则相关性检验统计量为

相关性统计量服从以*m*为自由度（自由度m在1-1000之间）的卡方分布，若两个时间序列没有交叉相关性，则相关统计量的值与卡方分布一致；反之，随着*m*的增大，相关统计量超过标准的卡方分布值，表明两个时间按序列的交叉相关性是显著的。

### 模型的求解及结果

首先对数据进行处理，得到描述性统计的结果，具体如下表所示，

表 问题一数据的描述性统计

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Sales volume** | **Number of public charging piles\_Nationwide**  **(cumulative)** | **…** | **Battery capacity (km)** |
| **mean** | 103501.2072 | 490761.8874 | … | 494.5045045 |
| **min** | 750 | 518 | … | 320 |
| **25%** | 16772.5 | 74965 | … | 480 |
| **50%** | 50211 | 278736 | … | 480 |
| **75%** | 139121 | 751294.5 | … | 545 |
| **max** | 474475 | 1900386 | … | 545 |
| **std** | 127141.6221 | 523393.5695 | … | 64.42104031 |

注：完整数据见附录一

由表可知，销售量的范围为750~474475，标准差为127141.6221，反映了销售量之间的较大差异； 充电桩数量的范围为518~1900386，标准差为523,393.5695，说明充电桩数量在不同时间点之间存在较大差异；电池容量的范围为320~ 545km，标准差为64.42104031，显示了电池容量在不同数据点之间的相对稳定性。

为研究销售量与其他因素的关系， 本文依次进行了ADF数据平稳性检验、格兰杰因果检验、交叉性检验，具体求解结果如下。下以销售量与基础设施建设（充电桩的数量）的关系为例，其他过程见附录二。

（一）ADF检验及差分调整

（1）销售量与基础设施建设（充电桩的数量）的关系

表 销售量ADF检验和差分调整结果

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 差分前  统计值 | *p*值 | 一阶差分  统计值 | *p*值 | 二阶差分  统计值 | *p*值 |
| -1.1846 | 0.680 | -1.3105 | 0.624 | -7.990 | 2.484 |

由表可知，差分前时销售量的*p*值为0.680，大于0.05，说明存在单位根，数据是非平稳的；一阶差分后的*p*值为0.624，仍大于0.05，说明数据仍是非平稳的；二阶差分后的*p*值为2.484，小于0.05，说明数据是平稳序列。

表 基础设施（充电桩的数量）ADF检验和差分调整结果

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 差分前  统计值 | *p*值 | 一阶差分  统计值 | *p*值 | 二阶差分  统计值 | *p*值 |
| 3.9663 | 1.000 | -0.2420 | 0.933 | -5.1425 |  |

由表可知，差分前前销售量的*p*值为1，大于0.05，说明存在单位根，数据是非平稳的；一阶差分后的*p*值为0.933，仍大于0.05，说明数据仍是非平稳的；二阶差分后的*p*值为，小于0.05，说明数据是平稳序列。

（2）差分调整后的数据

表 销售量与基础设施建设（充电桩的数量）经差分后的数据

|  |  |
| --- | --- |
| Date | Number of public charging piles\_Nationwide (cumulative) |
| 2014.3 | 0 |
| 2014.4 | 0.01 |
| 2014.5 | -0.01 |
| 2014.6 | 0 |
| 2014.7 | 0 |
| … | … |
| 2023.3 | 0 |

注：完整数据见附录一

（二）Ganger因果检验的结果与分析

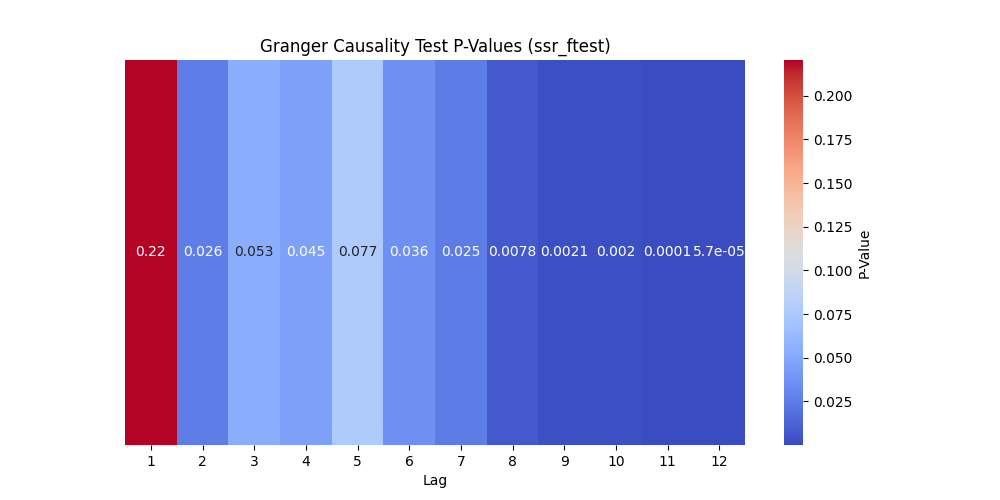


图 图上标题

由图可知，滞后期为4及之后的*p*值小于0.05，则拒绝原假设，说明基础设施建设（充电桩的数量）是销售量的格兰杰原因；并且在这些滞后期，基础设施（假设为VAR00002）的历史值对销售量（假设为VAR00001）有统计学上显著的预测能力，特别是在滞后期较长时，*p*值非常小，说明显著性更强。

（三）交叉性检验的结果与分析

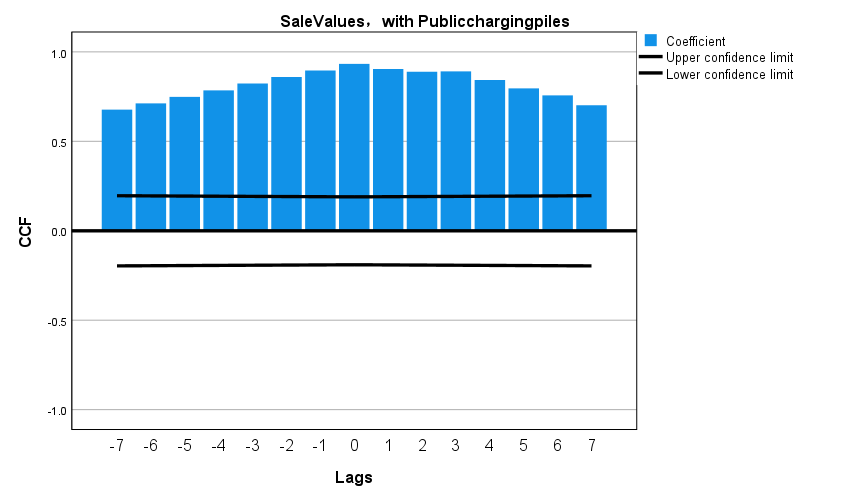


图 交叉检验的结果（差分前）

由图可知，相关性在各个滞后阶数上都较高，这可能是由于数据中的趋势和季节性成分导致的，说明销售量与基础设施建设两者的时间序列可能共享一个或多个未被差分消除的共同趋势或周期性结构。

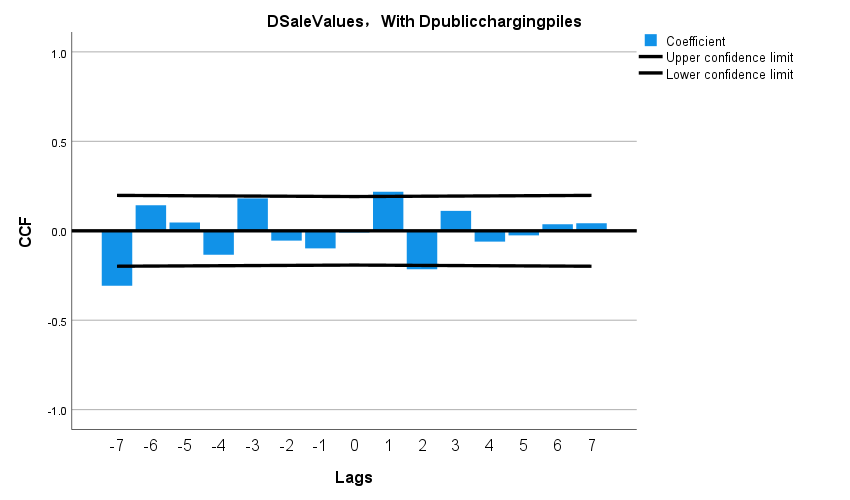


图 交叉检验的结果（差分后）

由图可知，相关性在各个滞后阶数上都接近于零，说明在差分后的时间序列之间没有明显的线性关系。

（四）综合分析及推断

Granger因果检验的显著结果表明基础设施建设的改变在时间上领先于销售量的变化，并可能对其有影响。但是，交叉相关性分析没有表明两者之间存在强的即时关系。这说明销售量与基础设施建设之间的关系可能受到其他变量的调节，或者销售量与基础设施建设之间存在非线性关系。

即中国新能源电动汽车发展与基础设施建设无明显的线性关系。

## 问题二

### 模型的建立

（一）对中国新能源电动汽车行业发展的描述

分别以月、季度、年为单位，作出中国新能源电动汽车销售量的时间序列图，分析是否具有周期性和季度性。

（二）预测中国新能源电动汽车在未来10年的发展

根据对周期性、季度性进行初步地分析，需要选择合适的单位建立时间序列模型。为选择更科学的数据，本文对差分前后的数据分别建模，最后比较两者模型的表现，选择更优的模型进行预测。

时间序列的预测模型如下。

（1）温特斯乘性模型

其中，*m*为周期长度，为水平的平滑参数，为趋势的平滑参数，为季节的平滑参数，为第*h*期的预测值。

（2）*SARIMA(p,d,q) (P,D,Q)m*模型

季节性*ARIMA*模型是通过在*ARIMA*模型中包含额外的季节性项而生成的，其形式如下，

（3）白噪声检验模型

估计完成时间序列模型后，需要对残差进行白噪声检验，若残差是白噪声，则说明选取的模型能完全识别出时间序列数据的规律，即模型可接受；若残差不是白噪声，则说明还有部分信息没有被模型所识别，需要修正模型来识别这一部分的信息。可采用Q检验判断残差是否为白噪声，模型见下。

设

在成立的条件下，统计量

其中，表示样本个数，表示模型中未知参数的个数，根据样本量的大小一般可以取8,16,24等。

计算出Q统计量的*p*值之后，若*p*值大于0.05，则无法拒绝原假设，说明时间序列是白噪声序列，若*p*值小于0.05，则拒绝原假设，说明时间序列不是白噪声序列。

### 模型的求解及结果

（一）对中国新能源电动汽车行业发展的描述

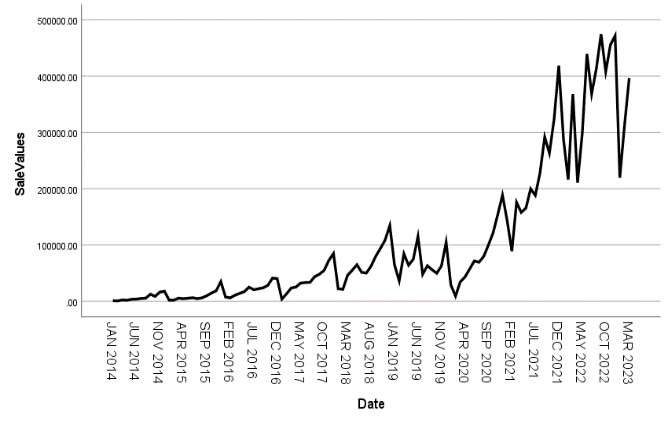
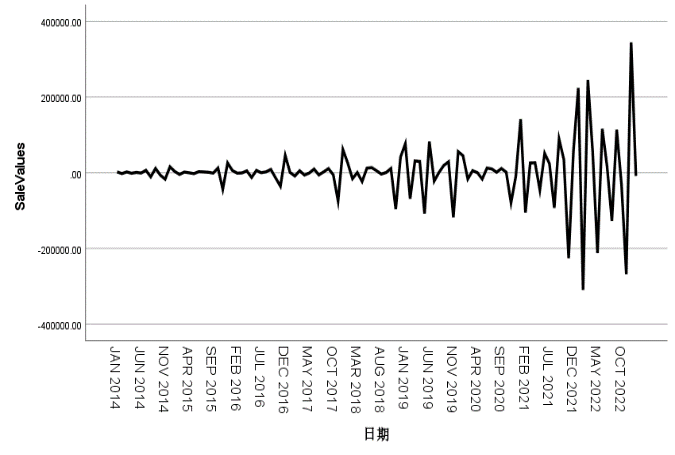
根据收集的数据，利用差分前后的数据分别以月为单位时间序列图，具体如下，

图 销售量的时间序列图（差分前） 图 销售量的时间序列图（差分后）

由图可知，差分前的销售量总体呈上升趋势，且随时间变化季节波动越来越大；差分后的销售量在某一值附近反复振荡，总体趋势较为平稳。

（二）预测中国新能源电动汽车在未来10年的发展

为建立合适的时间序列模型来预测近十年的数据，下对差分前后的时间序列分别进行分析，具体步骤见下。

***Step1***:季节性分解

由上述对时间序列图的描述，可知差分前的销售量随季节波动越来越大，因此使用乘法模型会更精确，具体分解情况如下表所示，

表 对销售量进行乘法分解得到的季节因子（差分前）

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 周期 | 季节因子（%） | 周期 | 季节因子（%） |
| 1 | 59.9 | 7 | 82.7 |
| 2 | 43.8 | 8 | 96.3 |
| 3 | 86.8 | 9 | 111.6 |
| 4 | 77.5 | 10 | 119.0 |
| 5 | 90.7 | 11 | 147.4 |
| 6 | 101.4 | 12 | 182.9 |

由表可知，第6、9-12月的季节因子大于1，第1-5，7-8月的季节因子小于1，说明差分前第6、9-12月的平均销售量要高于第1-5，7-8月，且第12个月的平均销售量要高于全年平均水平82.9%，第2个月的平均销量要低于全年平均水平46.2%。

表 对销售量进行加法分解得到的季节因子（差分后）

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 周期 | 季节因子 | 周期 | 季节因子 |
| 1 | 64421.22126 | 7 | 2686.33700 |
| 2 | -66757.92458 | 8 | -12882.26833 |
| 3 | 38952.18480 | 9 | 18686.51813 |
| 4 | 9880.35147 | 10 | 6210.27334 |
| 5 | -47613.32041 | 11 | -87227.09124 |
| 6 | 37046.85147 | 12 | 36596.86709 |

由表可知，第1,3,4,6,7,9,10,12月的季节因子为正，第2,5,8,11月的季节因子为负，说明差分后第1,3,4,6,7,9,10,12月的平均销量要高于第2,5,8,11月，且第1个月的平均销量要高于全年平均水平64421辆，第2个月的平均销量要低于全年平均水平66757辆。

***Step2***: 分解后的时序图

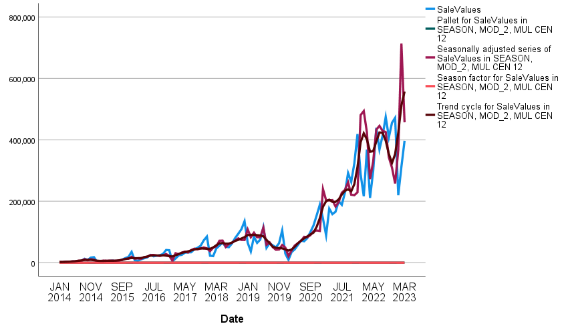
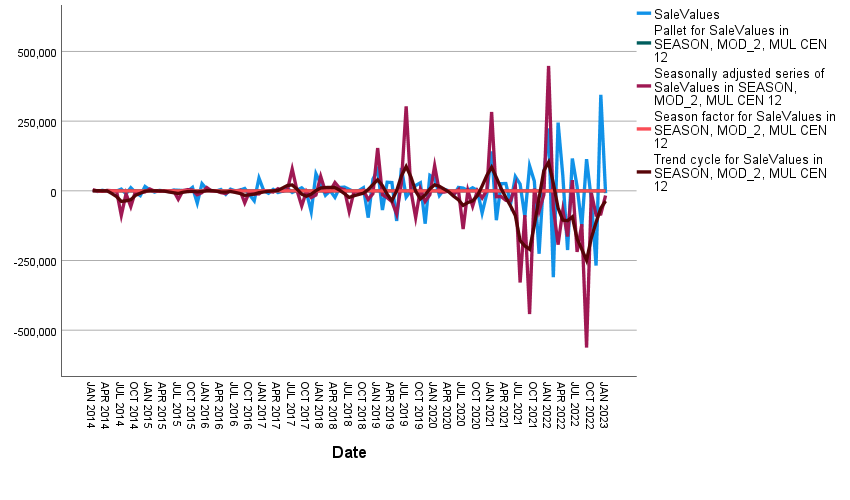


图 分解后的时间序列图（差分前） 图 分解后的时间序列图（差分后）

由图可知，差分前的数据表现出季节性长期上升的趋势和周期性变化，差分后的数据表现出较为平稳的趋势；差分前后的残差基本为0，说明模型模拟结果好。

***Step3***:建立时间序列分析模型

（1）差分前

利用SPSS软件专家建模得到模型类型为温特斯乘性，将数据代入公式（）得，

（2）差分后

利用SPSS软件专家建模得到ARIMA(0,0,6)(0,1,0)12模型，将数据代入公式（）得，

***Step4***:白噪声残差检验

（1）差分前

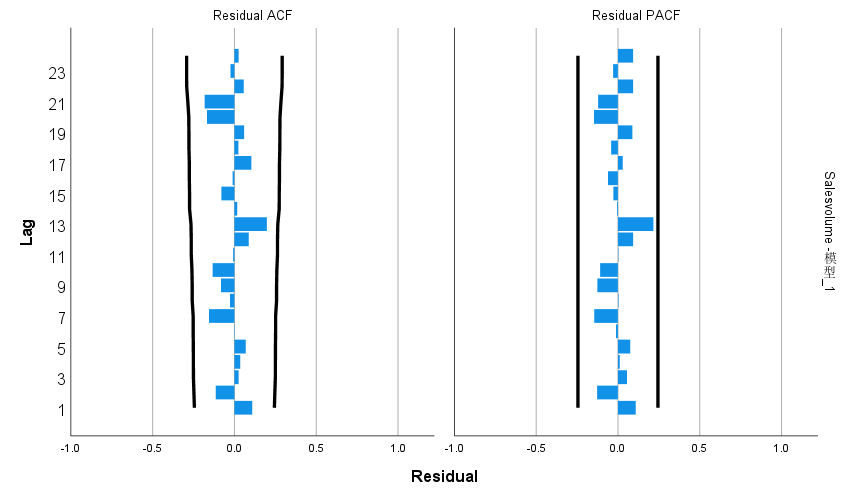


图 差分前残差检验图

表 温特斯乘法模型统计表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 预测变量数 | 模型拟合度统计：平稳 R 方 | 统计 | DF | 显著性 | 离群值数 |
| 0 | 0.555 | 18.149 | 15 | 0.255 | 0 |

由图表可知，所有滞后阶数的自相关系数和偏自相关系数均和0没有显著的差异；对残差进行Q检验得到的p值为0.255，大于0.05，无法拒绝原假设，因此认为残差就是白噪声序列，因此乘法模型能够很好的识别本题中的销量数据。

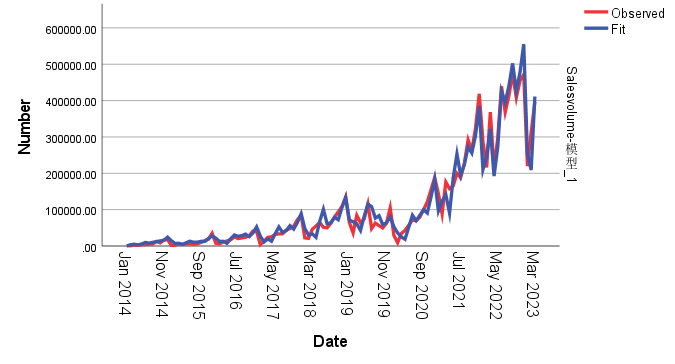


图 时间按序列拟合图

由图可知，实测、拟合、预测的曲线基本重合，说明拟合与预测的效果较好，结果可信。

（2）差分后

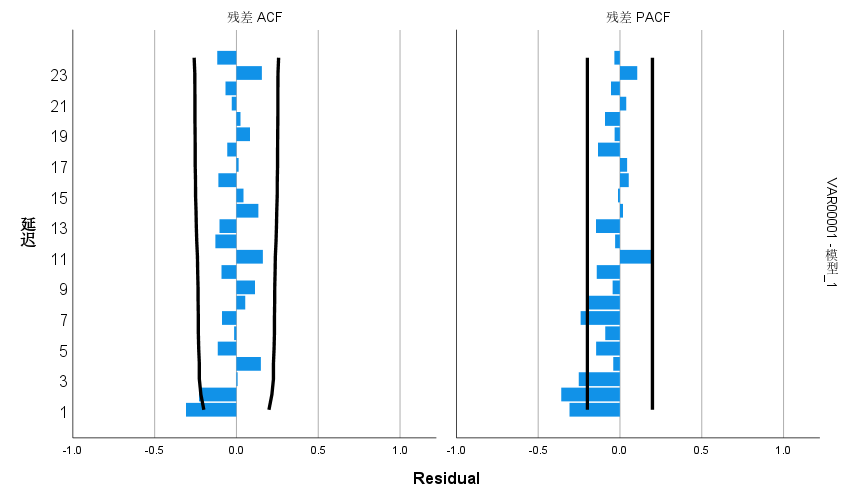


图 差分后残差检验图

表 ---模型统计表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 预测变量数 | 模型拟合度统计：平稳 R 方 | 统计 | DF | 显著性 | 离群值数 |
| 0 | .518 | 32.171 | 16 | .009 | 0 |

由图表可知，绝大滞后阶数的自相关系数和偏自相关系数均和0没有显著的差异；对残差进行Q检验得到的p值为0.009，小于0.05，则拒绝原假设，说明时间序列不是白噪声序列，说明还有部分信息没有被模型所识别，需要修正模型来识别这一部分的信息。

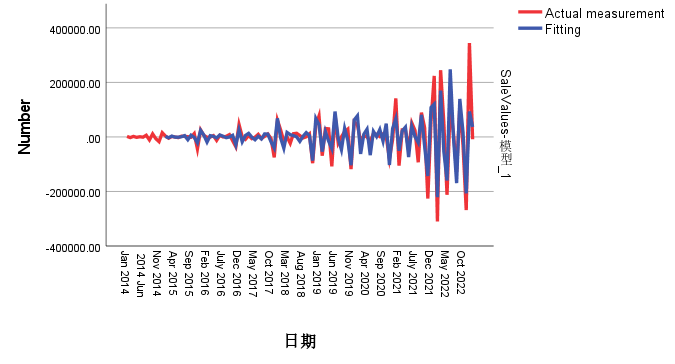


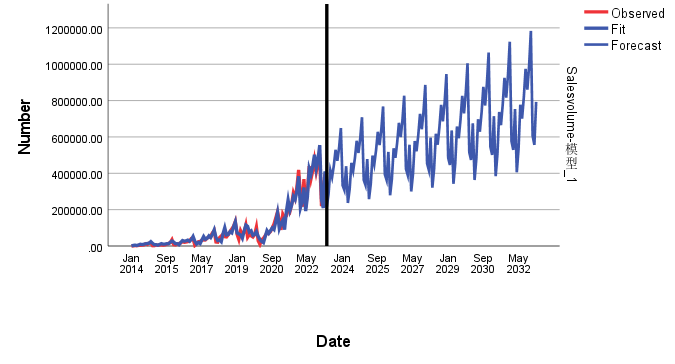
图 时间按序列拟合图

由图可知，实测、拟合、预测的曲线基本重合，说明拟合与预测的效果较好，结果可信。

根据上述分析，可知差分前的乘法模型能够很好的识别本题中的销量数据，而差分后的模型没能识别所有信息，即差分前数据的模型表现更好，因此选择差分前的模型进行下面的预测。

***Step5***:预测未来的指标数值

根据公式---，得到的预测结果如下图所示，



图

表 利用差分前的销售量进行预测的结果

|  |  |
| --- | --- |
| Date | Forecast sales |
| 2023.4 | 216157 |
| 2023.5 | 285915 |
| 2023.6 | 417609 |
| 2023.7 | 377812 |
| … | … |
| 2032.12 | 1183389 |
| 2033.1 | 606234 |
| 2033.2 | 556745 |
| 2033.3 | 792994 |

注：完整数据见附录一

由表可知，预计中国新能源电动汽车的销售量在2023年4月为216157辆，在2023年5月为285915辆…在2033年3月为792994辆。

## 问题三

### 模型的建立

问题三要求探究新能源电动汽车对全球传统能源汽车行业的影响。根据可获得的数据，即已知某些年份新能源电动汽车和传统能源汽车的销量和市场份额，因此本文主要探究新能源电动汽车对传统能源汽车的销售量和市场份额在时间序列上的影响。其中，销售量和市场份额用来反映全球传统能源汽车行业的发展。

（一）数据的标准化

考虑到市场份额与销售量的量纲不同，为更精准地研究影响评价量的重要因素，下对数据进行标准化处理。

有个要评价的对象，个评价指标，其中为要评价的111个月份，为5项要评价的指标，其构成的正向化矩阵如下：

再对其标准化的矩阵记为，中每一个元素：

得到的标准化矩阵为

并定义最大值为，第个评价对象与最大值的欧式加权距离

定义最小值为，第个评价对象与最小值的欧式加权距离

于是得到第i个评价对象未归一化的得分

其中，表示第个评价对象与最大值的距离，表示第个评价对象与最小值的距离。，且越大越小，则越接近最大值。

（二）全球传统能源汽车销量与其他变量的关系

该题本质同问题一，都是探究一个变量与其他变量的关系。为此，本文沿用了问题一的时间序列模型，此处不再赘述。

### 模型的求解及结果

首先对数据进行处理，得到描述性统计的结果，具体如下表所示，

表 问题三数据的描述性统计

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | ZH Sales volume | Market Share | Global traditional energy vehicle sales | Global Pure electric sales | Plug-in sales |
| **count** | 111 | 111 | 111 | 111 | 111 |
| **mean** | 103501.207 | 5.665387619 | 4945579.532 | 3187126.608 | 1359800.42 |
| **min** | 750 | 1.163045619 | 3801869.667 | 221050 | 166220 |
| **25%** | 16772.5 | 2.371947762 | 4928367.139 | 737440 | 483040 |
| **50%** | 50211 | 4.574263 | 5107792.5 | 2265166.667 | 991340 |
| **75%** | 139121 | 5.890674619 | 5368039.167 | 3839859.667 | 1767801.79 |
| **max** | 474475 | 15.50578757 | 5503195 | 9451747.75 | 3680794.33 |
| **std** | 127141.622 | 4.34934711 | 540872.8851 | 3080959.753 | 1165223.61 |

由表可知，销售量范围为750~474475，说明销售量之间的差异较大；ZH的市场份额范围为1.16%~15.51%，说明市场份额的波动性相对较高；全球传统能源汽车销售量的范围为3801869.667~5503195，全球纯电动汽车销售量的范围为221050~9451747，插电式汽车销售量范围为166220~3680794.33，说明各种汽车的销售量之间存在较大差异。

然后根据公式（）-（），得到了标准化后的数据，具体如下表所示，

表 问题三原始数据的标准化

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Date | ZH Sales volume | Market Share | Global traditional energy vehicle sales | Global Pure electric sales | Plug-in sales |
| 2014.1 | -0.81 | -1.04 | 0.16 | -0.97 | -1.03 |
| 2014.2 | -0.81 | -1.04 | 0.16 | -0.96 | -1.03 |
| 2014.3 | -0.80 | -1.04 | 0.16 | -0.96 | -1.03 |
| … | | | | | |
| 2018.1 | -0.64 | -0.25 | 0.78 | -0.52 | -0.46 |
| 2018.2 | -0.65 | -0.25 | 0.78 | -0.49 | -0.44 |
| 2018.3 | -0.45 | -0.25 | 0.78 | -0.46 | -0.42 |
| … | | | | | |
| 2023.1 | 0.92 | 0.00 | -0.03 | 2.04 | 2.00 |
| 2023.2 | 1.65 | 0.00 | -0.03 | 1.90 | 1.88 |
| 2023.3 | 2.32 | 0.00 | -0.03 | 2.04 | 2.00 |

注：完整数据见附录一

为进一步研究全球传统能源汽车销量与其他因素的关系， 同问题一，本文依次进行了ADF数据平稳性检验、格兰杰因果检验、交叉性检验，具体求解结果如下。下以Global traditional energy vehicle sales与ZH Sales volume的关系为例，其他过程见附录二。

（一）ADF检验及差分调整

（1）Global traditional energy vehicle sales与ZH Sales volume的关系

表 Global traditional energy vehicle salesADF检验和差分调整结果

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 差分前  统计值 | *p*值 | 一阶差分  统计值 | *p*值 |
| -1.4527 | 0.556 | -10.3444 |  |

由表可知，差分前前销售量的*p*值大于0.05，说明存在单位根，数据是非平稳的；一阶差分后的*p*值小于0.05，说明数据是平稳序列。

表 ZH Sales volume经ADF检验和差分调整后的结果

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 差分前  统计值 | *p*值 | 一阶差分  统计值 | *p*值 | 二阶差分  统计值 | *p*值 |
| -1.1846 | 0.680 | -1.310 | 0.624 | -7.990 |  |

由表可知，差分前销售量的*p*值大于0.05，说明存在单位根，数据是非平稳的；一阶差分后的*p*值仍大于0.05，说明数据仍是非平稳的；二阶差分后的*p*值小于0.05，说明数据是平稳序列。

（2）差分调整后的数据

表Global traditional energy vehicle sales与ZH Sales volume经差分后的数据

|  |  |
| --- | --- |
| Date | Global traditional energy vehicle sales |
| 2014 | 0 |
| 2015 | 0.199257964 |
| 2016 | 0.573700861 |
| 2017 | 0.107475856 |
| 2018 | -0.251017923 |
| 2019 | -0.483342643 |
| 2020 | -1.696473152 |
| 2021 | -0.728949628 |
| 2022 | 2.092185358 |
| 2023 | 0 |

注：完整数据见附录一

（二）Ganger因果检验的结果与分析

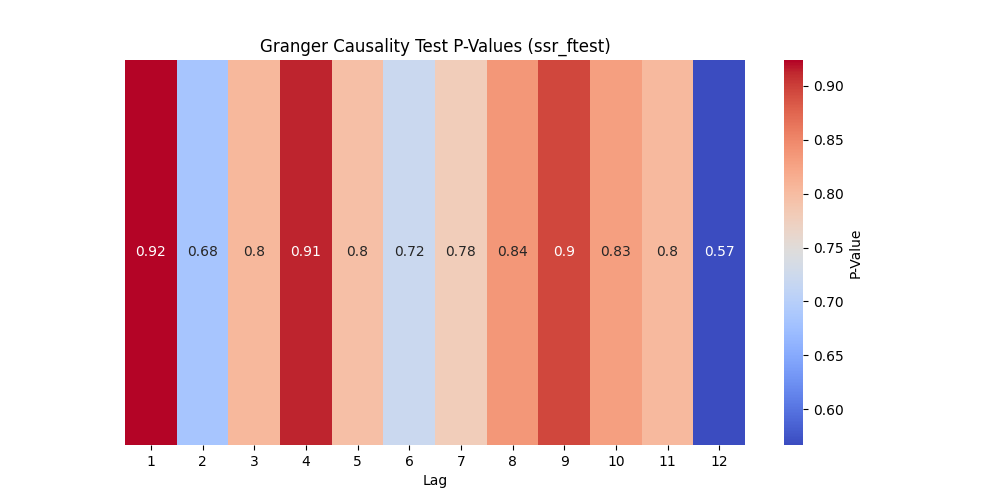


图 图上标题

由图可知，滞后期1-12的*p*值均大于0.05，则不能拒绝原假设，说明ZH Sales volume不是Global traditional energy vehicle sales的格兰杰原因，说明两者无因果关系。

（三）交叉性检验的结果与分析

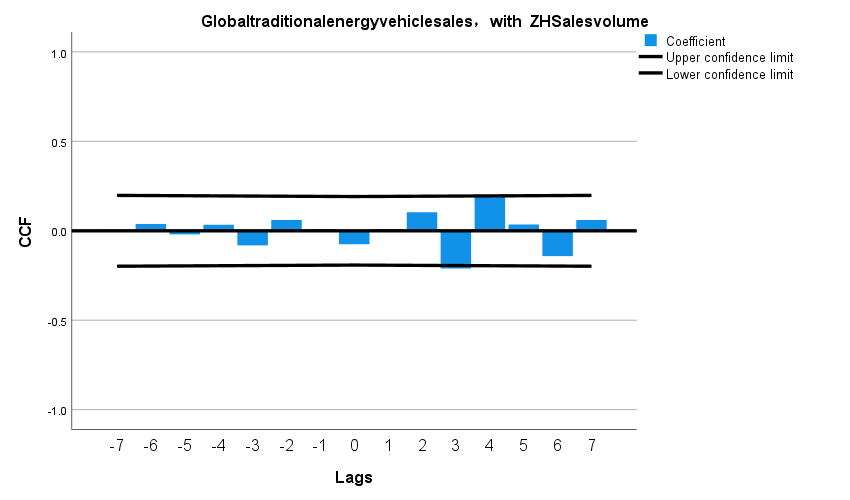


图 交叉检验的结果（差分后）

由图可知，相关性在各个滞后阶数上都接近于零，说明在差分后的时间序列之间没有明显的线性关系。

（四）综合分析

ZH Sales volume和Global traditional energy vehicle sales既无因果关系也没有明显的线性关系。

## 问题四

### 模型的建立

为探究其他国家的政策对中国新能源电动汽车发展的影响，查找了相关政策，通过对该政策实行前中国的新能源电动汽车销量的发展进行分析，建立一个合理的模型来预测在没有这个政策的条件下中国新能源电动汽车的销量，对比真实数据分析出这个政策对中国新能源电动汽车销量的具体影响。

其中，对于数据的预测，仍可使用时间序列模型。同时，考虑到差分后的数据不易得到实际值，因此选择差分前的数据。

时间序列的预测模型有如下几个：

（1）温特斯乘法模型

见问题二中公式（）-（）

（2）温特斯加法模型

其中，*m*为周期长度，为水平的平滑参数，为趋势的平滑参数，为季节的平滑参数，为第*h*期的预测值。

（3）*SARIMA(p,d,q) (P,D,Q)m*模型

见问题二中公式（）-（）

### 模型的求解及结果

下以“美国提高对中国新能源汽车的进口关税27.5%”这一政策为例，分析该政策对中国新能源电动汽车销售量的影响。对于其他政策的影响，详细过程见附录二。

***Step1***:作时间序列图

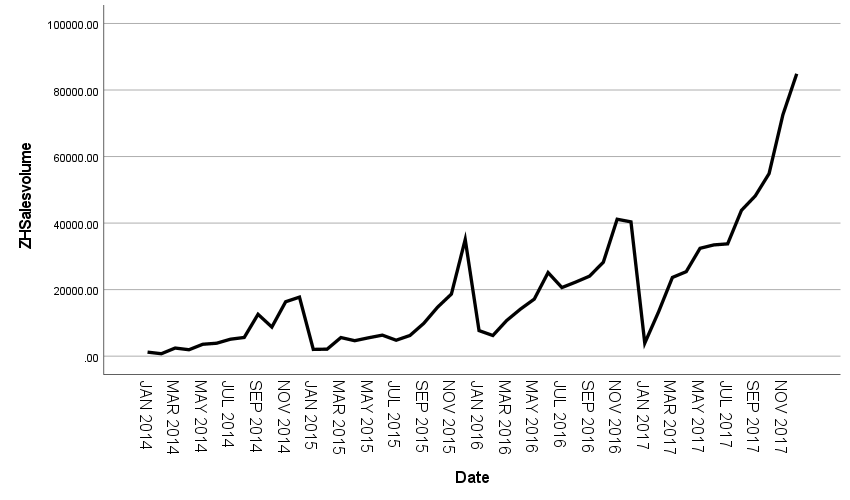


图 在美国政策的影响下销售量的时间序列图

由图可知，从总体来看，销售量呈现出明显的上升趋势，从2014年的较低水平逐步增长到2017年的高峰，从周期性来看，中国新能源汽车的销量基本上以一年为周期，从季节性来看，销售量的变化存在一定季节性且在一年的年末销售量会达到最大，在年初跌回最小并在之后逐渐增大，到又一个年末再形成一个高峰。

***Step2***:季节性分解

由上述对时间序列图的描述，销售量呈现出明显的上升趋势，因此使用乘法模型会更精确，具体分解情况如下表所示，

表 对销售量进行乘法分解得到的季节因子（2014.1-2017.12）

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 周期 | 季节因子（%） | 周期 | 季节因子（%） |
| 1 | 27.1 | 7 | 77.5 |
| 2 | 39.1 | 8 | 84.3 |
| 3 | 74.9 | 9 | 109.7 |
| 4 | 77.4 | 10 | 123.3 |
| 5 | 86.8 | 11 | 171.5 |
| 6 | 91.1 | 12 | 237.4 |

由表可知，第9-12月的季节因子大于1，第1-8月的季节因子小于1，说明差分前第9-12月的平均销售量要高于第1-8月，且第12个月的平均销售量要高于全年平均水平237.4%，第1个月的平均销量要低于全年平均水平27.1%。

***Step3***: 分解后的时序图

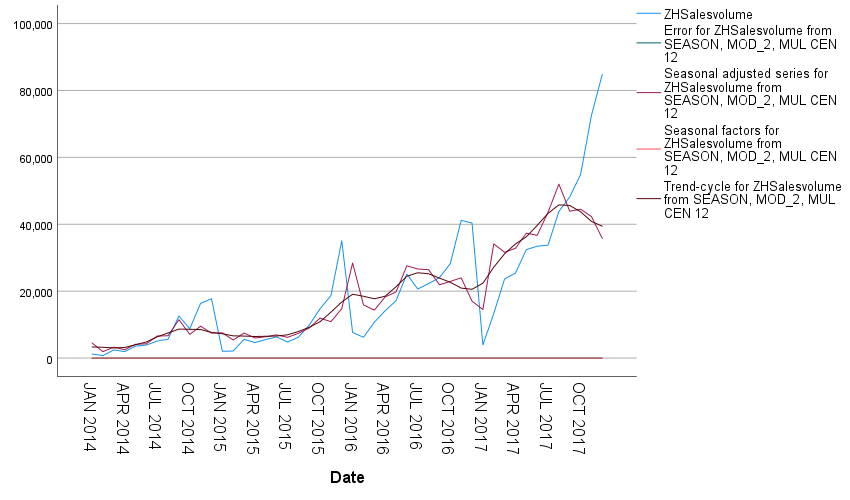


图 在美国政策的影响下销售量经分解后的时序图

由图可知，红色线为经过季节调整的销售量，剔除了季节性因素的影响，更清晰地看到除季节性因素外的长期上升趋势和周期性波动；紫色线为季节因子，可见销售量在一年中随月份的变大而变大；深蓝线为趋势-周期分量，也表现了长期上升的趋势和周期性变化；残差值基本为0，说明模型模拟结果好。

***Step4***:建立时间序列分析模型

利用SPSS软件专家建模得到模型类型为Winters' Additive，将数据代入公式（）得，

***Step5***:白噪声残差检验

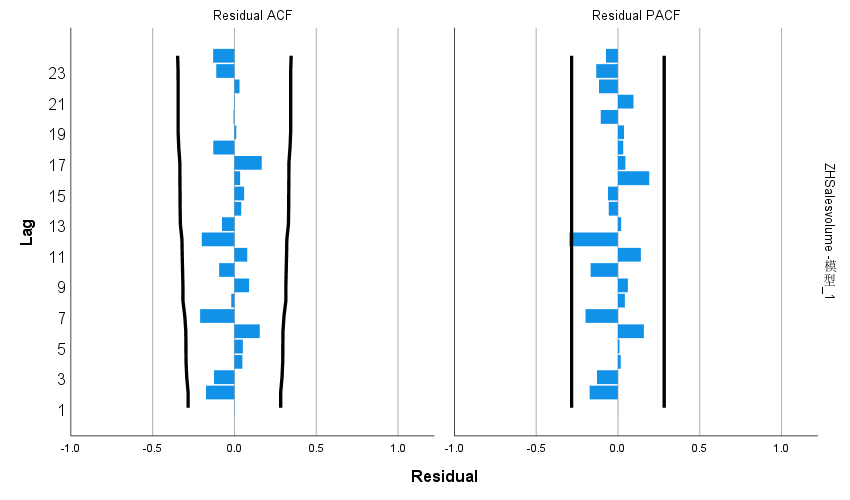


图 残差检验图

表 Winters' Additive模型统计表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 预测变量数 | 模型拟合度统计：平稳 R 方 | 统计 | DF | 显著性 | 离群值数 |
| 0 | 0.609 | 15.133 | 15 | 0.442 | 0 |

由图表可知，平稳R方为0.609，表示模型对销售量数据的拟合程度相对较高，表明模型可以很好地解释销售量的变化。离群值数为0，说明该模型没有与模型预测偏差较大的值。对残差进行Q检验得到的p值为0.442，无法拒绝原假设，因此认为残差就是白噪声序列，因此加法模型能够很好的识别本题中的销量数据。

***Step6***:预测未来的指标数值

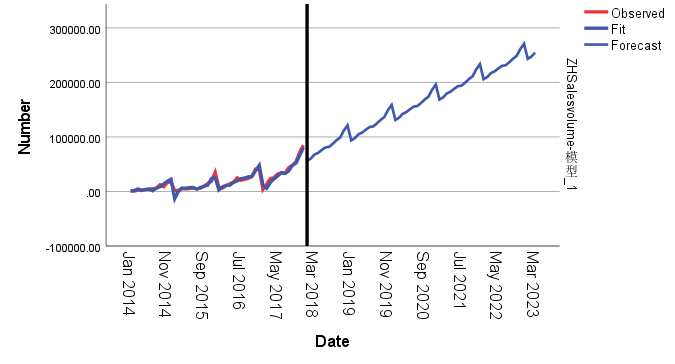


图 在美国政策影响下的销售量预测值

由图可知，预测线向上的趋势显示了一个持续增长的模式，说明如果当前的条件或政策保持不变，预期的数量指标将继续增长，说明该政策对中国新能源电动汽车发展可能有明显的促进作用。

***Step7***:对比预测数据与实际值

表 在美国政策影响下预测值与实际值的比较

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 预测值（无政策） | 实际值（有政策） |
| Jan-18 | 56427.44 | 22367 |
| Feb-18 | 60510.48 | 21315 |
| Mar-18 | 67721.3 | 46217 |
| Apr-18 | 70853.11 | 55318 |
| … | … | … |
| Mar-23 | 254636.51 | 396672 |

注：详细数据见附录一

由表可知，无政策的销售量总是高于有政策的销售量，说明该政策对销售量产生了抑制作用；但从长期趋势来看，销售量逐渐增长，说明可能受到其他因素的影响，推动了销售的增长。

## 问题五

### 模型的建立

对于该问，本文主要是通过建立一个合理的模型来模拟完成电气化后城市交通减少的碳排放量来体现新能源电动汽车的普及对生态环境的好处。

对于模型的建立，需要考虑的相关因素有城市的交通需求包括城市人口、人均出行次数每次出行的公里数等；交通方式包括私家车出行总公里数占比、公交车总公里数占比等；电气化程度包括新能源电动车占总的私家车的比重、电动巴士占公交车的比重、燃油占总交通能源的比重、电力占总交通能源的比重、碳排放值等。且上述因素满足以下关系式，

总出行公里数为

私家车的出行公里数为

公共交通的出行公里数为

燃油车的出行公里数为

电动车辆的出行公里数为

电动车辆的调整后电耗为

燃油车的二氧化碳排放量为

新能源汽车因充电损耗而排放的二氧化碳量为

净减排为

### 模型的求解及结果

由题意可知，城市人口为100万，记为P = 1000000。根据查阅的资料，作出以下的合理假设，

（1）假设每人每天平均出行次数为3次，记为T =3；

（2）假设平均每次出行长度为10公里，记为L=10km；

（3）使用常规的一年365天 ，记为D = 365；

（4）私家车出行占所有出行的50% ，记为；

（5）电动私家车占所有私家车的50%，记为 ；

（6）公共交通出行占所有出行的30% ，记为 ；

（7）电动巴士占所有公共交通的50% ，记为 ；

（8）燃油车辆每公里CO2排放量为2.3千克，记为；非可再生能源每千瓦时CO2排放量为0.475千克，记为.

（9）可再生能源在电力供应中占比26%，记为

（10）充放电过程中的能量损耗率为5%，记为。

将上述数据代入公式（）-（），得到的结果为845340吨。

## 问题六

亲爱的市民们：

我写这封信给大家是为了宣传新能源电动汽车对我们环境保护和全球经济发展的好处。随着人们环保意识的逐渐增强，环境保护和可持续发展日益成为人们所期盼的事物。当今时代新能源电动汽车的发展和推广不仅是技术进步的象征，还能拉动经济发展，是推动环境变革的关键力量。我坚信，我们一定能够充分利用这一机遇，为我们的城市、我们的国家，乃至整个世界创造一个更加绿色可持续的未来。

根据我们的模拟研究显示，如果我们的城市能在短期内实现交通电气化，一年之内就能减少高达845340吨的二氧化碳排放。这个数字不仅仅是一串冰冷的数据，它更是代表着我们改善空气质量、提升生活水平、保护自然环境的坚定承诺，是我们为子孙后代留下更美好环境的具体行动。

电动汽车在环境保护之外，对经济发展也有着不可小觑的积极作用。随着电动汽车产业的快速发展，我们不仅在创造新的就业机会，还在促进技术创新和经济多元化。从电池制造的进步到充电设施的建设，这个行业的每一个环节都为我们的经济增添新的活力，激发了无限的创新潜力。

当然要实现让新能源电动汽车行业蓬勃发展，让世界变得更美好这一宏伟蓝图，我们需要您的支持与参与。无论是通过购买电动汽车、支持相关政策、提供行业建议，还是宣传电动汽车的优势，您的每一次选择和行动都对我们的共同目标至关重要。每一位使用电动汽车的市民，都是这一变革的重要推动者，都在为一个更清洁、更可持续的未来贡献自己的力量。让我们携手合作，共同迈向一个更清新、更绿色、更有活力的未来。

感谢您在百忙之中阅读这封信。我坚信，只要我们携手同心，就没有什么难题是我们不能解决的。让我们共同迈向一个更加明亮的未来。

此致

敬礼

# 模型的评价

## 模型的优点

（大概写一下就行）

模型的优点：【是否很好地解决了问题、缩短了程序运行时间、减小了运算量、简单易懂、很方便地利用...软件求解】

## 模型的缺点

## 模型的推广

# 参考文献

英文标点

[1]

[2]

[3]

[4]

[5]

[6]

[7]

[8]

[9]

[10]

# 附录

## 支撑材料列表

Problem1

Problem2

Problem3

Problem4

DATA

Descriptive Statistics

Differential data

YearDate

## 附录一

表 差分后的数据

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Date** | **Sales volume** | **Number of public charging piles\_Nationwide (cumulative)** | **GDP(month)** | **Battery capacity (km)** | **Maximum speed (km/h)** | **R&D expenses** | **Amount involved (yuan)** |
| **2014.3** | 2183 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 36060379 |
| **2014.4** | -2216 | 0.01 | 0 | 1 | 0 | 0 | 46206485 |
| **2014.5** | 2156 | -0.01 | 0 | 1 | 0 | 0 | -82266864 |
| **2014.6** | -1336 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| **2014.7** | 898 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 58568793 |
| **2014.8** | -682 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 324923963 |
| **2014.9** | 6437 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | -383492756 |
| **2014.10** | -10798 | 0.01 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| **2014.11** | 11446 | -0.01 | 0 | 1 | 0 | 0 | 10000000 |
| **2014.12** | -6228 | 0 | 0 | 150 | 49 | 0 | -10000000 |
| **2015.1** | -17091 | -263.51 | -0.015210086 | 0 | 0 | 192795104.6 | 10155700 |
| **2015.2** | 15776 | -0.01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 69810048 |
| **2015.3** | 3424 | 0.01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 47159838 |
| **2015.4** | -4438 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -76886486 |
| **2015.5** | 1819 | -0.01 | 0 | 0 | 0 | 0 | -50239100 |
| **2015.6** | -77 | 0.01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **2015.7** | -2320 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 231669228 |
| **2015.8** | 2950 | -0.01 | 0 | 0 | 0 | 0 | -42401993 |
| **2015.9** | 2218 | 0.01 | 0 | 0 | 0 | 0 | -189267235 |
| **2015.10** | 1221 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **2015.11** | -925 | -0.01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 69580000 |
| **2015.12** | 12465 | 0.01 | 0 | 0 | 0 | 0 | -69580000 |
| **2016.1** | -43792 | -1905.17 | 0.005303971 | 0 | 0 | 34299061.59 | 533819707 |
| **2016.2** | 25910 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -434819707 |
| **2016.3** | 5979 | 4574.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1000000 |
| **2016.4** | -1068 | 2101 | 0 | 0 | 0 | 0 | -16261500 |
| **2016.5** | -425 | -1849 | 0 | 0 | 0 | 0 | -83738500 |
| **2016.6** | 4966 | -1192 | 0 | 0 | 0 | 0 | 536800000 |
| **2016.7** | -12480 | -389 | 0 | 0 | 0 | 0 | -290809277 |
| **2016.8** | 6151 | 3206 | 0 | 0 | 0 | 0 | -46493446 |
| **2016.9** | 131 | 2912 | 0 | 0 | 0 | 0 | -148247277 |
| **2016.1** | 2424 | -5152 | 0 | 0 | 0 | 0 | -51250000 |
| **2016.11** | 8707 | 3971 | 0 | 0 | 0 | 0 | 262644524 |
| **2016.12** | -13697 | 16768 | 0 | 0 | 0 | 0 | -262644524 |
| **2017.1** | -35658 | -18480 | -0.004180212 | 0 | 0 | 203637954.4 | 0 |
| **2017.2** | 45857 | -4156 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7480592 |
| **2017.3** | 921 | 2304 | 0 | 0 | 0 | 0 | -7480592 |
| **2017.4** | -8595 | -129 | 0 | 0 | 0 | 0 | 46742431 |
| **2017.5** | 5288 | 752 | 0 | 0 | 0 | 0 | -33349108 |
| **2017.6** | -6004 | -1090 | 0 | 0 | 0 | 0 | -13393323 |
| **2017.7** | -705 | 4412 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11235500 |
| **2017.8** | 9760 | -3769 | 0 | 0 | 0 | 0 | 584720756 |
| **2017.9** | -5740 | -737 | 0 | 0 | 0 | 0 | -595956256 |
| **2017.1** | 2377 | -534 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10306470.25 |
| **2017.11** | 10976 | 6100 | 0 | 0 | 0 | 0 | -10306470.25 |
| **2017.12** | -5383 | -961 | 0 | 0 | 0 | 0 | 61989705.37 |
| **2018.1** | -74825 | 1994 | -0.056365308 | 0 | 0 | 541676132.4 | -5469705.37 |
| **2018.2** | 61468 | 7784 | 0 | 0 | 0 | 0 | -56520000 |
| **2018.3** | 25954 | -9901 | 0 | 0 | 0 | 0 | 60200000 |
| **2018.4** | -15801 | -67 | 0 | 0 | 0 | 0 | -38226268.69 |
| **2018.5** | 652 | -4811 | 0 | 0 | 0 | 0 | -8313104.31 |
| **2018.6** | -23205 | 1347 | 0 | 0 | 0 | 0 | -13660627 |
| **2018.7** | 12044 | -2494 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **2018.8** | 13610 | 933 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6869726 |
| **2018.9** | 5399 | 1957 | 0 | 0 | 0 | 0 | 106926649.7 |
| **2018.1** | -3523 | -5930 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14152075.6 |
| **2018.11** | 664 | 5100 | 0 | 0 | 0 | 0 | -95698460.16 |
| **2018.12** | 11230 | 4942 | 0 | 0 | 0 | 0 | 389943571.1 |
| **2019.1** | -95978 | 31985 | -0.298313235 | 65 | 151 | 287350305.5 | -268361659.4 |
| **2019.2** | 41504 | -36154 | 0 | 0 | 0 | 0 | 297497463.3 |
| **2019.3** | 76741 | 30088 | 0 | 0 | 0 | 0 | -343621439 |
| **2019.4** | -68652 | -28483 | 0 | 0 | 0 | 0 | 813522033.2 |
| **2019.5** | 31133 | 2194 | 0 | 0 | 0 | 0 | -590017473.3 |
| **2019.6** | 29846 | 1268 | 0 | 0 | 0 | 0 | -16636462.88 |
| **2019.7** | -107861 | 24095 | 0 | 0 | 0 | 0 | 32547265.55 |
| **2019.8** | 82440 | -25853 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2575909869 |
| **2019.9** | -22196 | 1125 | 0 | 0 | 0 | 0 | -2717382822 |
| **2019.1** | 725 | 1738 | 0 | 0 | 0 | 0 | -159765353.4 |
| **2019.11** | 19411 | 5339 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1416302434 |
| **2019.12** | 28973 | 3524 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1908219839 |
| **2020.1** | -117815 | -6172 | 0.529597639 | 0 | 0 | -78057283.65 | -1906332929 |
| **2020.2** | 55779 | -14527 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1464074327 |
| **2020.3** | 45206 | 10164 | 0 | 0 | 0 | 0 | 180357421.4 |
| **2020.4** | -16653 | -5267 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1267137616 |
| **2020.5** | 5579 | -1268 | 0 | 0 | 0 | 0 | -409093393 |
| **2020.6** | 317 | 4010 | 0 | 0 | 0 | 0 | -396984203 |
| **2020.7** | -16654 | -8 | 0 | 0 | 0 | 0 | -390051015.8 |
| **2020.8** | 12369 | 17905 | 0 | 0 | 0 | 0 | 55128846.04 |
| **2020.9** | 10037 | -11719 | 0 | 0 | 0 | 0 | -120051672.1 |
| **2020.1** | 1407 | 46540 | 0 | 0 | 0 | 0 | 280345826.6 |
| **2020.11** | 11148 | -31904 | 0 | 0 | 0 | 0 | -186388326 |
| **2020.12** | 1578 | 83559 | 0 | 0 | 0 | 0 | -115023609.3 |
| **2021.1** | -79629 | -108702 | -0.445536079 | 0 | 0 | 105624258.8 | -132035919 |
| **2021.2** | -9231 | 22941 | 0 | 0 | 0 | 0 | -13250209.8 |
| **2021.3** | 141518 | -13205 | 0 | 0 | 0 | 0 | 76033838.1 |
| **2021.4** | -105078 | 4390 | 0 | 0 | 0 | 0 | 608923709.6 |
| **2021.5** | 25904 | -1443 | 0 | 0 | 0 | 0 | -367670959.9 |
| **2021.6** | 26314 | 22784 | 0 | 0 | 0 | 0 | 109674331.9 |
| **2021.7** | -45702 | -11883 | 0 | 0 | 0 | 0 | -369518693.4 |
| **2021.8** | 51363 | 7296 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1129379316 |
| **2021.9** | 24080 | 25097 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1054345625 |
| **2021.1** | -92811 | -41482 | 0 | 0 | 0 | 0 | 589253429 |
| **2021.11** | 89452 | 11544 | 0 | 0 | 0 | 0 | -600609566.5 |
| **2021.12** | 34538 | 25531 | 0 | 0 | 0 | 0 | 380210841.3 |
| **2022.1** | -225825 | -24489 | 0.249994436 | 0 | 0 | -307909558 | -511821983.3 |
| **2022.2** | 58906 | 4965 | 0 | 0 | 0 | 0 | 176096657.3 |
| **2022.3** | 224086 | -16819 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2235681620 |
| **2022.4** | -309776 | 81654 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1380484040 |
| **2022.5** | 245077 | -28219 | 0 | 0 | 0 | 0 | -986460318.8 |
| **2022.6** | 53510 | 51322 | 0 | 0 | 0 | 0 | 768296784.8 |
| **2022.7** | -212110 | -76303 | 0 | 0 | 0 | 0 | -412107898.5 |
| **2022.8** | 116094 | 1075 | 0 | 0 | 0 | 0 | 525577534.7 |
| **2022.9** | 16025 | -35749 | 0 | 0 | 0 | 0 | -816355775.4 |
| **2022.1** | -127350 | 31473 | 0 | 0 | 0 | 0 | -40049580.71 |
| **2022.11** | 113769 | 7509 | 0 | 0 | 0 | 0 | 46436004.13 |
| **2022.12** | -31399 | 14689 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1244753184 |
| **2023.1** | -268055 | -25155 | -0.058685833 | 0 | 0 | 4168388289 | -721261158.1 |
| **2023.2** | 344587 | -10093 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1540000767 |
| **2023.3** | -8327 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -951559004.8 |

表 预测销售量

|  |  |
| --- | --- |
| Date | Forecast sales |
| 2023.4 | 216157.6 |
| 2023.5 | 285915.7 |
| 2023.6 | 417609.3 |
| 2023.7 | 377812.5 |
| 2023.8 | 443106.6 |
| 2023.9 | 529353.6 |
| 2023.10 | 468728.6 |
| 2023.11 | 542069.1 |
| 2023.12 | 649249.4 |
| 2024.1 | 333740.3 |
| 2024.2 | 307533.3 |
| 2024.3 | 439496.9 |
| 2024.4 | 237199.2 |
| 2024.5 | 313523.9 |
| 2024.6 | 457612 |
| 2024.7 | 413716.5 |
| 2024.8 | 484884.7 |
| 2024.9 | 578874.3 |
| 2024.10 | 512238.7 |
| 2024.11 | 592000.9 |
| 2024.12 | 708598.3 |
| 2025.1 | 364017.4 |
| 2025.2 | 335223.6 |
| 2025.3 | 478774.3 |
| 2025.4 | 258240.8 |
| 2025.5 | 341132.1 |
| 2025.6 | 497614.6 |
| 2025.7 | 449620.4 |
| 2025.8 | 526662.7 |
| 2025.9 | 628395.1 |
| 2025.1 | 555748.9 |
| 2025.11 | 641932.6 |
| 2025.12 | 767947.2 |
| 2026.1 | 394294.4 |
| 2026.2 | 362913.8 |
| 2026.3 | 518051.8 |
| 2026.4 | 279282.4 |
| 2026.5 | 368740.3 |
| 2026.6 | 537617.3 |
| 2026.7 | 485524.4 |
| 2026.8 | 568440.8 |
| 2026.9 | 677915.8 |
| 2026.1 | 599259 |
| 2026.11 | 691864.4 |
| 2026.12 | 827296.1 |
| 2027.1 | 424571.5 |
| 2027.2 | 390604 |
| 2027.3 | 557329.3 |
| 2027.4 | 300324 |
| 2027.5 | 396348.4 |
| 2027.6 | 577620 |
| 2027.7 | 521428.3 |
| 2027.8 | 610218.9 |
| 2027.9 | 727436.5 |
| 2027.1 | 642769.1 |
| 2027.11 | 741796.1 |
| 2027.12 | 886645 |
| 2028.1 | 454848.6 |
| 2028.2 | 418294.3 |
| 2028.3 | 596606.8 |
| 2028.4 | 321365.6 |
| 2028.5 | 423956.6 |
| 2028.6 | 617622.7 |
| 2028.7 | 557332.3 |
| 2028.8 | 651996.9 |
| 2028.9 | 776957.3 |
| 2028.1 | 686279.2 |
| 2028.11 | 791727.9 |
| 2028.12 | 945993.9 |
| 2029.1 | 485125.7 |
| 2029.2 | 445984.5 |
| 2029.3 | 635884.3 |
| 2029.4 | 342407.2 |
| 2029.5 | 451564.8 |
| 2029.6 | 657625.3 |
| 2029.7 | 593236.2 |
| 2029.8 | 693775 |
| 2029.9 | 826478 |
| 2029.1 | 729789.3 |
| 2029.11 | 841659.6 |
| 2029.12 | 1005343 |
| 2030.1 | 515402.8 |
| 2030.2 | 473674.7 |
| 2030.3 | 675161.8 |
| 2030.4 | 363448.8 |
| 2030.5 | 479172.9 |
| 2030.6 | 697628 |
| 2030.7 | 629140.2 |
| 2030.8 | 735553.1 |
| 2030.9 | 875998.8 |
| 2030.1 | 773299.4 |
| 2030.11 | 891591.4 |
| 2030.12 | 1064692 |
| 2031.1 | 545679.9 |
| 2031.2 | 501365 |
| 2031.3 | 714439.3 |
| 2031.4 | 384490.4 |
| 2031.5 | 506781.1 |
| 2031.6 | 737630.7 |
| 2031.7 | 665044.1 |
| 2031.8 | 777331.2 |
| 2031.9 | 925519.5 |
| 2031.1 | 816809.5 |
| 2031.11 | 941523.1 |
| 2031.12 | 1124041 |
| 2032.1 | 575957 |
| 2032.2 | 529055.2 |
| 2032.3 | 753716.8 |
| 2032.4 | 405532 |
| 2032.5 | 534389.3 |
| 2032.6 | 777633.4 |
| 2032.7 | 700948.1 |
| 2032.8 | 819109.2 |
| 2032.9 | 975040.2 |
| 2032.1 | 860319.6 |
| 2032.11 | 991454.9 |
| 2032.12 | 1183390 |
| 2033.1 | 606234 |
| 2033.2 | 556745.5 |
| 2033.3 | 792994.3 |

表 问题三原始数据的标准化

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Date** | **ZH Sales volume** | **Market Share** | **Global traditional energy vehicle sales** | **Global Pure electric sales** | **Plug-in sales** |
| 2014.1 | -0.808059835 | -1.039871221 | 0.15519562 | -0.96707796 | -1.02898148 |
| 2014.2 | -0.811828572 | -1.039871221 | 0.15519562 | -0.962566073 | -1.027695389 |
| 2014.3 | -0.798349611 | -1.039871221 | 0.15519562 | -0.958054187 | -1.026409298 |
| 2014.4 | -0.802379077 | -1.039871221 | 0.15519562 | -0.953542301 | -1.025123207 |
| 2014.5 | -0.789374171 | -1.039871221 | 0.15519562 | -0.949030414 | -1.023837115 |
| 2014.6 | -0.786924887 | -1.039871221 | 0.15519562 | -0.944518528 | -1.022551024 |
| 2014.7 | -0.777380582 | -1.039871221 | 0.15519562 | -0.940006641 | -1.021264933 |
| 2014.8 | -0.7732247 | -1.039871221 | 0.15519562 | -0.935494755 | -1.019978842 |
| 2014.9 | -0.718210628 | -1.039871221 | 0.15519562 | -0.930982869 | -1.018692751 |
| 2014.1 | -0.748510638 | -1.039871221 | 0.15519562 | -0.926470982 | -1.017406659 |
| 2014.11 | -0.688376772 | -1.039871221 | 0.15519562 | -0.921959096 | -1.016120568 |
| 2014.12 | -0.677449807 | -1.039871221 | 0.15519562 | -0.91744721 | -1.014834477 |
| 2015.1 | -0.801557382 | -0.836292919 | 0.354453585 | -0.910413578 | -0.996601855 |
| 2015.2 | -0.80102012 | -0.836292919 | 0.354453585 | -0.903379947 | -0.978369233 |
| 2015.3 | -0.773430124 | -0.836292919 | 0.354453585 | -0.896346316 | -0.960136611 |
| 2015.4 | -0.78090439 | -0.836292919 | 0.354453585 | -0.889312684 | -0.941903989 |
| 2015.5 | -0.774006891 | -0.836292919 | 0.354453585 | -0.882279053 | -0.923671367 |
| 2015.6 | -0.767717762 | -0.836292919 | 0.354453585 | -0.875245422 | -0.905438744 |
| 2015.7 | -0.779758757 | -0.836292919 | 0.354453585 | -0.86821179 | -0.887206122 |
| 2015.8 | -0.768492052 | -0.836292919 | 0.354453585 | -0.861178159 | -0.8689735 |
| 2015.9 | -0.739701117 | -0.836292919 | 0.354453585 | -0.854144528 | -0.850740878 |
| 2015.1 | -0.701263165 | -0.836292919 | 0.354453585 | -0.847110896 | -0.832508256 |
| 2015.11 | -0.670133559 | -0.836292919 | 0.354453585 | -0.840077265 | -0.814275634 |
| 2015.12 | -0.540519046 | -0.836292919 | 0.354453585 | -0.833043634 | -0.796043012 |
| 2016.1 | -0.75690141 | -0.760660413 | 0.928154446 | -0.825414153 | -0.787111692 |
| 2016.2 | -0.768571061 | -0.760660413 | 0.928154446 | -0.817784672 | -0.778180373 |
| 2016.3 | -0.733001141 | -0.760660413 | 0.928154446 | -0.810155192 | -0.769249053 |
| 2016.4 | -0.705869399 | -0.760660413 | 0.928154446 | -0.802525711 | -0.760317734 |
| 2016.5 | -0.682095545 | -0.760660413 | 0.928154446 | -0.79489623 | -0.751386414 |
| 2016.6 | -0.619085746 | -0.760660413 | 0.928154446 | -0.78726675 | -0.742455095 |
| 2016.7 | -0.654679369 | -0.760660413 | 0.928154446 | -0.779637269 | -0.733523775 |
| 2016.8 | -0.641674463 | -0.760660413 | 0.928154446 | -0.772007788 | -0.724592456 |
| 2016.9 | -0.627634536 | -0.760660413 | 0.928154446 | -0.764378308 | -0.715661136 |
| 2016.1 | -0.594442792 | -0.760660413 | 0.928154446 | -0.756748827 | -0.706729817 |
| 2016.11 | -0.492457779 | -0.760660413 | 0.928154446 | -0.749119346 | -0.697798497 |
| 2016.12 | -0.498691601 | -0.760660413 | 0.928154446 | -0.741489865 | -0.688867178 |
| 2017.1 | -0.786656256 | -0.583990835 | 1.035630301 | -0.725926594 | -0.671612317 |
| 2017.2 | -0.712308644 | -0.583990835 | 1.035630301 | -0.710363323 | -0.654357456 |
| 2017.3 | -0.63068429 | -0.583990835 | 1.035630301 | -0.694800052 | -0.637102595 |
| 2017.4 | -0.616968301 | -0.583990835 | 1.035630301 | -0.679236781 | -0.619847734 |
| 2017.5 | -0.561472273 | -0.583990835 | 1.035630301 | -0.663673509 | -0.602592873 |
| 2017.6 | -0.553413339 | -0.583990835 | 1.035630301 | -0.648110238 | -0.585338012 |
| 2017.7 | -0.550924551 | -0.583990835 | 1.035630301 | -0.632546967 | -0.568083151 |
| 2017.8 | -0.471322831 | -0.583990835 | 1.035630301 | -0.616983696 | -0.55082829 |
| 2017.9 | -0.437072363 | -0.583990835 | 1.035630301 | -0.601420425 | -0.533573429 |
| 2017.1 | -0.384041421 | -0.583990835 | 1.035630301 | -0.585857154 | -0.516318568 |
| 2017.11 | -0.244290033 | -0.583990835 | 1.035630301 | -0.570293882 | -0.499063707 |
| 2017.12 | -0.147069272 | -0.583990835 | 1.035630301 | -0.554730611 | -0.481808846 |
| 2018.1 | -0.641034489 | -0.252008641 | 0.784612379 | -0.522964475 | -0.461288794 |
| 2018.2 | -0.649346251 | -0.252008641 | 0.784612379 | -0.491198339 | -0.440768743 |
| 2018.3 | -0.452597662 | -0.252008641 | 0.784612379 | -0.459432202 | -0.420248692 |
| 2018.4 | -0.380691433 | -0.252008641 | 0.784612379 | -0.427666066 | -0.39972864 |
| 2018.5 | -0.303633807 | -0.252008641 | 0.784612379 | -0.39589993 | -0.379208589 |
| 2018.6 | -0.409916918 | -0.252008641 | 0.784612379 | -0.364133793 | -0.358688537 |
| 2018.7 | -0.421041407 | -0.252008641 | 0.784612379 | -0.332367657 | -0.338168486 |
| 2018.8 | -0.32463444 | -0.252008641 | 0.784612379 | -0.300601521 | -0.317648434 |
| 2018.9 | -0.185570432 | -0.252008641 | 0.784612379 | -0.268835384 | -0.297128383 |
| 2018.1 | -0.074341348 | -0.252008641 | 0.784612379 | -0.237069248 | -0.276608332 |
| 2018.11 | 0.042133943 | -0.252008641 | 0.784612379 | -0.205303112 | -0.25608828 |
| 2018.12 | 0.247336512 | -0.252008641 | 0.784612379 | -0.173536976 | -0.235568229 |
| 2019.1 | -0.305774955 | 0.052032802 | 0.301269736 | -0.164196567 | -0.226545671 |
| 2019.2 | -0.530966839 | 0.052032802 | 0.301269736 | -0.154856159 | -0.217523113 |
| 2019.3 | -0.149834592 | 0.052032802 | 0.301269736 | -0.145515751 | -0.208500555 |
| 2019.4 | -0.311115974 | 0.052032802 | 0.301269736 | -0.136175343 | -0.199477997 |
| 2019.5 | -0.226418163 | 0.052032802 | 0.301269736 | -0.126834935 | -0.190455439 |
| 2019.6 | 0.094090362 | 0.052032802 | 0.301269736 | -0.117494527 | -0.181432881 |
| 2019.7 | -0.437601725 | 0.052032802 | 0.301269736 | -0.108154119 | -0.172410322 |
| 2019.8 | -0.317942365 | 0.052032802 | 0.301269736 | -0.098813711 | -0.163387764 |
| 2019.9 | -0.373651717 | 0.052032802 | 0.301269736 | -0.089473303 | -0.154365206 |
| 2019.1 | -0.423632907 | 0.052032802 | 0.301269736 | -0.080132895 | -0.145342648 |
| 2019.11 | -0.320249432 | 0.052032802 | 0.301269736 | -0.070792487 | -0.13632009 |
| 2019.12 | 0.012047259 | 0.052032802 | 0.301269736 | -0.061452079 | -0.127297532 |
| 2020.1 | -0.586502372 | 1.148029916 | -1.395203416 | -0.037602235 | -0.085642395 |
| 2020.2 | -0.744346855 | 1.148029916 | -1.395203416 | -0.013752392 | -0.043987259 |
| 2020.3 | -0.545022567 | 1.148029916 | -1.395203416 | 0.010097452 | -0.002332122 |
| 2020.4 | -0.47727222 | 1.148029916 | -1.395203416 | 0.033947296 | 0.039323015 |
| 2020.5 | -0.365442667 | 1.148029916 | -1.395203416 | 0.057797139 | 0.080978152 |
| 2020.6 | -0.251108523 | 1.148029916 | -1.395203416 | 0.081646983 | 0.122633289 |
| 2020.7 | -0.268356221 | 1.148029916 | -1.395203416 | 0.105496827 | 0.164288425 |
| 2020.8 | -0.187877499 | 1.148029916 | -1.395203416 | 0.12934667 | 0.205943562 |
| 2020.9 | -0.028097291 | 1.148029916 | -1.395203416 | 0.153196514 | 0.247598699 |
| 2020.1 | 0.142799504 | 1.148029916 | -1.395203416 | 0.177046357 | 0.289253836 |
| 2020.11 | 0.401775701 | 1.148029916 | -1.395203416 | 0.200896201 | 0.330908973 |
| 2020.12 | 0.673219543 | 1.148029916 | -1.395203416 | 0.224746045 | 0.37256411 |
| 2021.1 | 0.31552141 | 2.272761312 | -2.124153044 | 0.36457739 | 0.497821843 |
| 2021.2 | -0.11511007 | 2.272761312 | -2.124153044 | 0.504408736 | 0.623079576 |
| 2021.3 | 0.572380162 | 2.272761312 | -2.124153044 | 0.644240081 | 0.748337309 |
| 2021.4 | 0.429658031 | 2.272761312 | -2.124153044 | 0.784071427 | 0.873595042 |
| 2021.5 | 0.491601206 | 2.272761312 | -2.124153044 | 0.923902772 | 0.998852775 |
| 2021.6 | 0.761449062 | 2.272761312 | -2.124153044 | 1.063734117 | 1.124110508 |
| 2021.7 | 0.670209294 | 2.272761312 | -2.124153044 | 1.203565463 | 1.249368241 |
| 2021.8 | 0.984784232 | 2.272761312 | -2.124153044 | 1.343396808 | 1.374625974 |
| 2021.9 | 1.489613207 | 2.272761312 | -2.124153044 | 1.483228154 | 1.499883707 |
| 2021.1 | 1.261150343 | 2.272761312 | -2.124153044 | 1.623059499 | 1.62514144 |
| 2021.11 | 1.739440144 | 2.272761312 | -2.124153044 | 1.762890845 | 1.750399173 |
| 2021.12 | 2.490611753 | 2.272761312 | -2.124153044 | 1.90272219 | 1.875656906 |
| 2022.1 | 1.457559194 | 4.10271E-16 | -0.031967686 | 2.042553535 | 2.000914639 |
| 2022.2 | 0.889917943 | 4.10271E-16 | -0.031967686 | 1.902722516 | 1.875657768 |
| 2022.3 | 2.09276117 | 4.10271E-16 | -0.031967686 | 2.042553862 | 2.000915501 |
| 2022.4 | 0.848090498 | 4.10271E-16 | -0.031967686 | 1.902722842 | 1.87565863 |
| 2022.5 | 1.539752414 | 4.10271E-16 | -0.031967686 | 2.042554188 | 2.000916363 |
| 2022.6 | 2.654192301 | 4.10271E-16 | -0.031967686 | 1.902723168 | 1.875659492 |
| 2022.7 | 2.092769071 | 4.10271E-16 | -0.031967686 | 2.042554514 | 2.000917225 |
| 2022.8 | 2.448594686 | 4.10271E-16 | -0.031967686 | 1.902723494 | 1.875660354 |
| 2022.9 | 2.931032468 | 4.10271E-16 | -0.031967686 | 2.04255484 | 2.000918087 |
| 2022.1 | 2.407288702 | 4.10271E-16 | -0.031967686 | 1.90272382 | 1.875661216 |
| 2022.11 | 2.782424154 | 4.10271E-16 | -0.031967686 | 2.042555166 | 2.000918949 |
| 2022.12 | 2.909478771 | 4.10271E-16 | -0.031967686 | 1.902724146 | 1.875662078 |
| 2023.1 | 0.918653572 | 4.10271E-16 | -0.031967686 | 2.042555492 | 2.000919811 |
| 2023.2 | 1.650381028 | 4.10271E-16 | -0.031967686 | 1.902724472 | 1.87566294 |
| 2023.3 | 2.316317565 | 4.10271E-16 | -0.031967686 | 2.042555818 | 2.000920673 |

表 问题三差分后的数据

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Date** | **Global traditional energy vehicle sales** | **ZH Sales volume** | **Market Share** | **Global Pure electric sales** | **Plug-in sales** |
| **2014.3** | 0 | 0.017247698 | 0 | 1.11022E-16 | 2.22045E-16 |
| **2014.4** | 0 | -0.017508428 | 0 | -1.11022E-16 | 0 |
| **2014.5** | 0 | 0.017034373 | 0 | 1.11022E-16 | -2.22045E-16 |
| **2014.6** | 0 | -0.010555623 | 0 | -1.11022E-16 | 1.11022E-15 |
| **2014.7** | 0 | 0.007095022 | 0 | 0 | -8.88178E-16 |
| **2014.8** | 0 | -0.005388424 | 0 | 1.11022E-16 | -2.22045E-16 |
| **2014.9** | 0 | 0.050858191 | 0 | -1.11022E-16 | 2.22045E-16 |
| **2014.1** | 0 | -0.085314082 | 0 | 0 | 8.88178E-16 |
| **2014.11** | 0 | 0.090433875 | 0 | 1.11022E-16 | -8.88178E-16 |
| **2014.12** | 0 | -0.0492069 | 0 | -1.11022E-16 | -2.22045E-16 |
| **2015.1** | 0.199257964 | -0.135034541 | 0 | 0.002521745 | 0.016946531 |
| **2015.2** | 0 | 0.124644838 | 0.203578302 | -1.11022E-16 | -2.22045E-16 |
| **2015.3** | 0 | 0.027052734 | 0 | 1.11022E-16 | 2.22045E-16 |
| **2015.4** | 0 | -0.035064262 | 0 | -1.11022E-16 | 0 |
| **2015.5** | 0 | 0.014371765 | 0 | 1.11022E-16 | -2.22045E-16 |
| **2015.6** | 0 | -0.00060837 | 0 | 0 | 2.22045E-16 |
| **2015.7** | 0 | -0.018330123 | 0 | -1.11022E-16 | 0 |
| **2015.8** | 0 | 0.0233077 | 0 | 1.11022E-16 | -1.11022E-16 |
| **2015.9** | 0 | 0.01752423 | 0 | -1.11022E-16 | 1.11022E-16 |
| **2015.1** | 0 | 0.009647017 | 0 | 1.11022E-16 | 0 |
| **2015.11** | 0 | -0.007308347 | 0 | 0 | 0 |
| **2015.12** | 0 | 0.098484908 | 0 | -1.11022E-16 | -2.22045E-16 |
| **2016.1** | 0.573700861 | -0.345996877 | 0 | 0.000595849 | -0.009301303 |
| **2016.2** | 0 | 0.204712712 | 0.075632506 | 0 | 0 |
| **2016.3** | 0 | 0.047239572 | 0 | 0 | 1.11022E-16 |
| **2016.4** | 0 | -0.008438177 | 0 | 1.11022E-16 | -1.11022E-16 |
| **2016.5** | 0 | -0.003357889 | 0 | -1.11022E-16 | 0 |
| **2016.6** | 0 | 0.039235945 | 0 | 0 | 0 |
| **2016.7** | 0 | -0.098603421 | 0 | 0 | 1.11022E-16 |
| **2016.8** | 0 | 0.048598529 | 0 | 0 | -1.11022E-16 |
| **2016.9** | 0 | 0.00103502 | 0 | 0 | 0 |
| **2016.1** | 0 | 0.019151818 | 0 | 0 | 0 |
| **2016.11** | 0 | 0.068793268 | 0 | 0 | 1.11022E-16 |
| **2016.12** | 0 | -0.108218835 | 0 | 0 | -2.22045E-16 |
| **2017.1** | 0.107475856 | -0.281730833 | 0 | 0.00793379 | 0.008323541 |
| **2017.2** | 0 | 0.362312267 | 0.176669578 | -1.11022E-16 | 0 |
| **2017.3** | 0 | 0.007276743 | 0 | -1.11022E-16 | 0 |
| **2017.4** | 0 | -0.067908366 | 0 | 1.11022E-16 | 0 |
| **2017.5** | 0 | 0.041780039 | 0 | 0 | 0 |
| **2017.6** | 0 | -0.047437095 | 0 | -1.11022E-16 | -1.11022E-16 |
| **2017.7** | 0 | -0.005570145 | 0 | 1.11022E-16 | 1.11022E-16 |
| **2017.8** | 0 | 0.077112932 | 0 | -1.11022E-16 | 0 |
| **2017.9** | 0 | -0.045351253 | 0 | 1.11022E-16 | 0 |
| **2017.1** | 0 | 0.018780475 | 0 | -1.11022E-16 | 0 |
| **2017.11** | 0 | 0.086720445 | 0 | 1.11022E-16 | 0 |
| **2017.12** | 0 | -0.042530626 | 0 | 1.11022E-16 | 1.66533E-16 |
| **2018.1** | -0.251017923 | -0.591185978 | 0 | 0.016202865 | 0.00326519 |
| **2018.2** | 0 | 0.485653454 | 0.331982194 | 1.11022E-16 | -1.11022E-16 |
| **2018.3** | 0 | 0.205060352 | 0 | -5.55112E-17 | -5.55112E-17 |
| **2018.4** | 0 | -0.124842361 | 0 | 0 | 5.55112E-17 |
| **2018.5** | 0 | 0.005151397 | 0 | 0 | 0 |
| **2018.6** | 0 | -0.183340737 | 0 | 0 | -5.55112E-17 |
| **2018.7** | 0 | 0.095158622 | 0 | 0 | 1.66533E-16 |
| **2018.8** | 0 | 0.107531455 | 0 | 1.11022E-16 | -1.11022E-16 |
| **2018.9** | 0 | 0.042657041 | 0 | -1.11022E-16 | -5.55112E-17 |
| **2018.1** | 0 | -0.027834924 | 0 | -2.77556E-17 | 5.55112E-17 |
| **2018.11** | 0 | 0.005246208 | 0 | 2.77556E-17 | 0 |
| **2018.12** | 0 | 0.088727277 | 0 | -4.996E-16 | -2.77556E-17 |
| **2019.1** | -0.483342643 | -0.758314036 | 0 | -0.022425728 | -0.011497493 |
| **2019.2** | 0 | 0.327919583 | 0.304041443 | 1.11022E-16 | 1.11022E-16 |
| **2019.3** | 0 | 0.606324131 | 0 | -1.11022E-16 | -1.11022E-16 |
| **2019.4** | 0 | -0.542413628 | 0 | 0 | 1.11022E-16 |
| **2019.5** | 0 | 0.245979192 | 0 | 0 | 0 |
| **2019.6** | 0 | 0.235810714 | 0 | -1.38778E-17 | -1.11022E-16 |
| **2019.7** | 0 | -0.852200611 | 0 | 1.38778E-17 | 1.11022E-16 |
| **2019.8** | 0 | 0.651351447 | 0 | 4.16334E-17 | 0 |
| **2019.9** | 0 | -0.175368713 | 0 | -2.77556E-17 | -1.11022E-16 |
| **2019.1** | 0 | 0.005728163 | 0 | 0 | 1.11022E-16 |
| **2019.11** | 0 | 0.153364664 | 0 | 0 | 0 |
| **2019.12** | 0 | 0.228913215 | 0 | 1.59595E-16 | 4.996E-16 |
| **2020.1** | -1.696473152 | -0.930846321 | 0 | 0.014509436 | 0.032632579 |
| **2020.2** | 0 | 0.440705147 | 1.095997114 | 6.93889E-18 | -4.85723E-17 |
| **2020.3** | 0 | 0.357168771 | 0 | 0 | 1.38778E-17 |
| **2020.4** | 0 | -0.13157394 | 0 | -1.38778E-17 | 0 |
| **2020.5** | 0 | 0.044079206 | 0 | 1.38778E-17 | -1.38778E-17 |
| **2020.6** | 0 | 0.00250459 | 0 | 0 | -3.46945E-17 |
| **2020.7** | 0 | -0.131581841 | 0 | 3.46945E-17 | 8.32667E-17 |
| **2020.8** | 0 | 0.09772642 | 0 | -9.71445E-17 | -8.32667E-17 |
| **2020.9** | 0 | 0.079301486 | 0 | 1.11022E-16 | 8.32667E-17 |
| **2020.1** | 0 | 0.011116588 | 0 | -1.11022E-16 | 2.77556E-17 |
| **2020.11** | 0 | 0.088079402 | 0 | 1.11022E-16 | -1.38778E-16 |
| **2020.12** | 0 | 0.012467644 | 0 | 4.71845E-16 | -5.55112E-16 |
| **2021.1** | -0.728949628 | -0.629141974 | 0 | 0.115981502 | 0.083602596 |
| **2021.2** | 0 | -0.072933348 | 1.124731397 | -2.77556E-17 | -5.55112E-17 |
| **2021.3** | 0 | 1.118121713 | 0 | -5.55112E-17 | -5.55112E-17 |
| **2021.4** | 0 | -0.830212364 | 0 | 1.11022E-16 | 0 |
| **2021.5** | 0 | 0.204665307 | 0 | -1.11022E-16 | 1.11022E-16 |
| **2021.6** | 0 | 0.207904682 | 0 | 0 | -4.44089E-16 |
| **2021.7** | 0 | -0.361087625 | 0 | 2.22045E-16 | 7.77156E-16 |
| **2021.8** | 0 | 0.405814706 | 0 | 2.22045E-16 | -8.88178E-16 |
| **2021.9** | 0 | 0.190254037 | 0 | -1.33227E-15 | 8.88178E-16 |
| **2021.1** | 0 | -0.733291838 | 0 | 1.33227E-15 | -8.88178E-16 |
| **2021.11** | 0 | 0.706752664 | 0 | -2.22045E-16 | 8.88178E-16 |
| **2021.12** | 0 | 0.272881808 | 0 | -8.88178E-16 | -8.88178E-16 |
| **2022.1** | 2.092185358 | -1.784224169 | 0 | 8.88178E-16 | 0 |
| **2022.2** | 0 | 0.465411309 | -2.272761312 | -0.279662365 | -0.250514604 |
| **2022.3** | 0 | 1.770484477 | 0 | 0.279662365 | 0.250514604 |
| **2022.4** | 0 | -2.447513898 | 0 | -0.279662365 | -0.250514604 |
| **2022.5** | 0 | 1.936332587 | 0 | 0.279662365 | 0.250514604 |
| **2022.6** | 0 | 0.422777971 | 0 | -0.279662365 | -0.250514604 |
| **2022.7** | 0 | -1.675863117 | 0 | 0.279662365 | 0.250514604 |
| **2022.8** | 0 | 0.917248846 | 0 | -0.279662365 | -0.250514604 |
| **2022.9** | 0 | 0.126612166 | 0 | 0.279662365 | 0.250514604 |
| **2022.1** | 0 | -1.006181547 | 0 | -0.279662365 | -0.250514604 |
| **2022.11** | 0 | 0.898879218 | 0 | 0.279662365 | 0.250514604 |
| **2022.12** | 0 | -0.248080835 | 0 | -0.279662365 | -0.250514604 |
| **2023.1** | 0 | -2.117879816 | 0 | 0.279662365 | 0.250514604 |
| **2023.2** | 0 | 2.722552656 | 0 | -0.279662365 | -0.250514604 |
| **2023.3** | 0 | -0.065790921 | 0 | 0.279662365 | 0.250514604 |

表 在不同政策下的预测值和实际值

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 提高传统汽车碳排放标准 | | 欧盟提高对新能源电动汽车的补贴 | |
| 日期 | 预测值（无政策） | 实际值（有政策） | 预测值（无政策） | 实际值（有政策） |
| Jan-20 | 48334.95 | 29269 | 48334.95 | 29269 |
| Feb-20 | 28606.88 | 9291 | 28606.88 | 9291 |
| Mar-20 | 68110.14 | 34519 | 68110.14 | 34519 |
| Apr-20 | 53373.94 | 43094 | 53373.94 | 43094 |
| May-20 | 64140.28 | 57248 | 64140.28 | 57248 |
| Jun-20 | 101943.32 | 71719 | 101943.3 | 71719 |
| Jul-20 | 43790.87 | 69536 | 43790.87 | 69536 |
| Aug-20 | 59329.36 | 79722 | 59329.36 | 79722 |
| Sep-20 | 54320.99 | 99945 | 54320.99 | 99945 |
| Oct-20 | 49675.35 | 121575 | 49675.35 | 121575 |
| Nov-20 | 64614.97 | 154353 | 64614.97 | 154353 |
| Dec-20 | 111054.32 | 188709 | 111054.3 | 188709 |
| Jan-21 | 57013.59 | 143436 | 57013.59 | 143436 |
| Feb-21 | 36690.45 | 88932 | 36690.45 | 88932 |
| Mar-21 | 95773.3 | 175946 | 95773.3 | 175946 |
| Apr-21 | 82064.58 | 157882 | 82064.58 | 157882 |
| May-21 | 107925.49 | 165722 | 107925.5 | 165722 |
| Jun-21 | 187671.55 | 199876 | 187671.6 | 199876 |
| Jul-21 | 88208.12 | 188328 | 88208.12 | 188328 |
| Aug-21 | 130757.73 | 228143 | 130757.7 | 228143 |
| Sep-21 | 130991.22 | 292038 | 130991.2 | 292038 |
| Oct-21 | 131066.26 | 263122 | 131066.3 | 263122 |
| Nov-21 | 186534.43 | 323658 | 186534.4 | 323658 |
| Dec-21 | 350781.84 | 418732 | 350781.8 | 418732 |
| Jan-22 | 213308.97 | 287981 | 213309 | 287981 |
| Feb-22 | 158489.23 | 216136 | 158489.2 | 216136 |
| Mar-22 | 481605.84 | 368377 | 481605.8 | 368377 |
| Apr-22 | 479123.4 | 210842 | 479123.4 | 210842 |
| May-22 | 732205.5 | 298384 | 732205.5 | 298384 |
| Jun-22 | 1479123.36 | 439436 | 1479123 | 439436 |
| Jul-22 | 807700.41 | 368378 | 807700.4 | 368378 |
| Aug-22 | 1391016.88 | 413414 | 1391017 | 413414 |
| Sep-22 | 1618954.16 | 474475 | 1618954 | 474475 |
| Oct-22 | 1881955.26 | 408186 | 1881955 | 408186 |
| Nov-22 | 3111743.85 | 455666 | 3111744 | 455666 |
| Dec-22 | 6798423.95 | 471747 | 6798424 | 471747 |
| Jan-23 | 5199479.64 | 219773 | 219773 | 443471.4 |
| Feb-23 | 4736058.27 | 312386 | 312386 | 394695.6 |
| Mar-23 | 17789352.43 | 396672 | 396672 | 482856.4 |

续表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 美国提高对中国新能源汽车的进口关税27.5% | | | 欧盟反补贴调查 | | |
| 日期 | 预测值（无政策） | 实际值（有政策） | 日期 | 预测值（无政策） | 实际值（有政策） |
| Jan-18 | 56427.44 | 22367 | Jan-23 | 256029.18 | 219773 |
| Feb-18 | 60510.48 | 21315 | Feb-23 | 183799.29 | 312386 |
| Mar-18 | 67721.3 | 46217 | Mar-23 | 360456.34 | 396672 |
| Apr-18 | 70853.11 | 55318 |  |  |  |
| May-18 | 76194.47 | 65071 |  |  |  |
| Jun-18 | 80923.1 | 51619 |  |  |  |
| Jul-18 | 82000.01 | 50211 |  |  |  |
| Aug-18 | 87621.67 | 62413 |  |  |  |
| Sep-18 | 94004.81 | 80014 |  |  |  |
| Oct-18 | 99193.79 | 94092 |  |  |  |
| Nov-18 | 111932.93 | 108834 |  |  |  |
| Dec-18 | 121457.29 | 134806 |  |  |  |
| Jan-19 | 93810.48 | 64800 |  |  |  |
| Feb-19 | 97893.52 | 36298 |  |  |  |
| Mar-19 | 105104.35 | 84537 |  |  |  |
| Apr-19 | 108236.15 | 64124 |  |  |  |
| May-19 | 113577.51 | 74844 |  |  |  |
| Jun-19 | 118306.14 | 115410 |  |  |  |
| Jul-19 | 119383.05 | 48115 |  |  |  |
| Aug-19 | 125004.71 | 63260 |  |  |  |
| Sep-19 | 131387.85 | 56209 |  |  |  |
| Oct-19 | 136576.83 | 49883 |  |  |  |
| Nov-19 | 149315.97 | 62968 |  |  |  |
| Dec-19 | 158840.33 | 105026 |  |  |  |
| Jan-20 | 131193.52 | 29269 |  |  |  |
| Feb-20 | 135276.57 | 9291 |  |  |  |
| Mar-20 | 142487.39 | 34519 |  |  |  |
| Apr-20 | 145619.19 | 43094 |  |  |  |
| May-20 | 150960.55 | 57248 |  |  |  |
| Jun-20 | 155689.19 | 71719 |  |  |  |
| Jul-20 | 156766.09 | 69536 |  |  |  |
| Aug-20 | 162387.75 | 79722 |  |  |  |
| Sep-20 | 168770.89 | 99945 |  |  |  |
| Oct-20 | 173959.87 | 121575 |  |  |  |
| Nov-20 | 186699.02 | 154353 |  |  |  |
| Dec-20 | 196223.37 | 188709 |  |  |  |
| Jan-21 | 168576.57 | 143436 |  |  |  |
| Feb-21 | 172659.61 | 88932 |  |  |  |
| Mar-21 | 179870.43 | 175946 |  |  |  |
| Apr-21 | 183002.23 | 157882 |  |  |  |
| May-21 | 188343.59 | 165722 |  |  |  |
| Jun-21 | 193072.23 | 199876 |  |  |  |
| Jul-21 | 194149.13 | 188328 |  |  |  |
| Aug-21 | 199770.79 | 228143 |  |  |  |
| Sep-21 | 206153.93 | 292038 |  |  |  |
| Oct-21 | 211342.91 | 263122 |  |  |  |
| Nov-21 | 224082.06 | 323658 |  |  |  |
| Dec-21 | 233606.41 | 418732 |  |  |  |
| Jan-22 | 205959.61 | 287981 |  |  |  |
| Feb-22 | 210042.65 | 216136 |  |  |  |
| Mar-22 | 217253.47 | 368377 |  |  |  |
| Apr-22 | 220385.27 | 210842 |  |  |  |
| May-22 | 225726.63 | 298384 |  |  |  |
| Jun-22 | 230455.27 | 439436 |  |  |  |
| Jul-22 | 231532.17 | 368378 |  |  |  |
| Aug-22 | 237153.83 | 413414 |  |  |  |
| Sep-22 | 243536.97 | 474475 |  |  |  |
| Oct-22 | 248725.95 | 408186 |  |  |  |
| Nov-22 | 261465.1 | 455666 |  |  |  |
| Dec-22 | 270989.45 | 471747 |  |  |  |
| Jan-23 | 243342.65 | 219773 |  |  |  |
| Feb-23 | 247425.69 | 312386 |  |  |  |
| Mar-23 | 254636.51 | 396672 |  |  |  |

## 附录二

### 问题一

#### 销售量和GDP

（一）ADF检验及差分调整

（1）销售量与GDP的关系

表 GDP ADF检验和差分调整结果

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 差分前  统计值 | *p*值 | 一阶差分  统计值 | *p*值 | 二阶差分  统计值 | *p*值 |
| -1.8928 | 0.3354 | -7.7992 | 2.484 |  |  |

由表可知，差分前前销售量的*p*值为0.3354，大于0.05，说明存在单位根，数据是非平稳的；一阶差分后的*p*值为2.484，小于0.05，说明数据是平稳序列。

（2）差分调整后的数据

表 GDP经差分后的数据

|  |  |
| --- | --- |
| Date | Number of public charging piles\_Nationwide (cumulative) |
| 2015.1 | -0.01521 |
| 2016.1 | 0.005303 |
| 2017.1 | -0.004180 |
| 2018.1 | -0.05636 |
| 2019.1 | -0.2983 |
| … | … |
| 2023.1 | -0.05868 |

注：完整数据见附录一

（二）Ganger因果检验的结果与分析

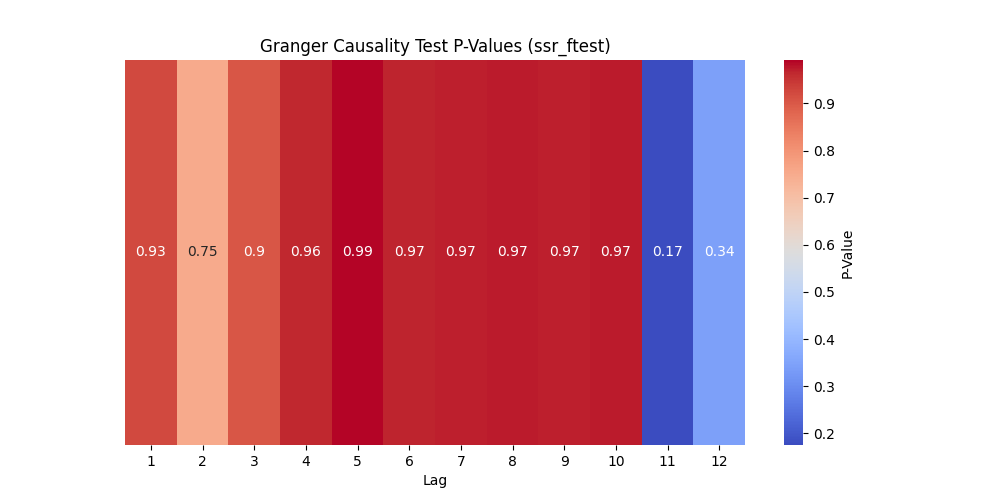


图 图上标题

由图可知，滞后期*p*值均大于0.05，则承认原假设，说明GDP增长率的历史值对纯电车销量无影响。

（三）交叉性检验的结果与分析

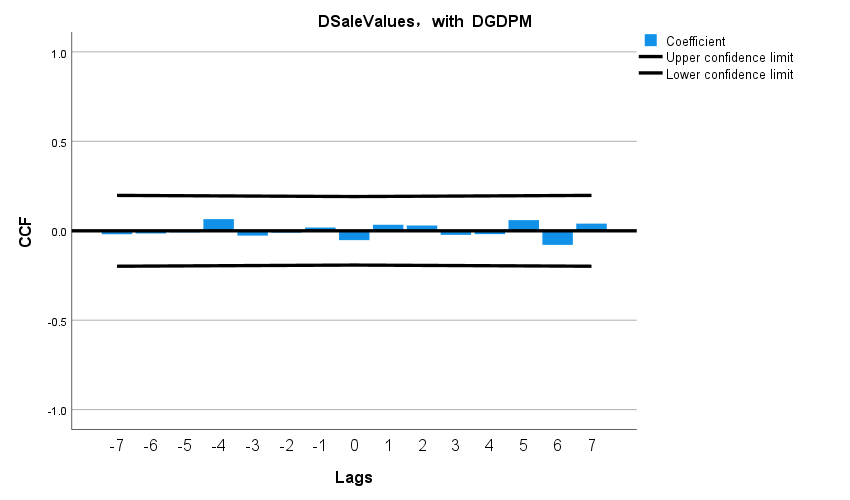


图 交叉检验的结果（差分后）

由图可知，相关性在各个滞后阶数上都接近于零，说明在差分后的时间序列之间没有明显的线性关系。

（四）综合分析及推断

Granger因果检验的显著结果表明GDP增长率的改变对纯电动车销量影响很小。交叉相关性分析没有表明两者之间存在强的即时关系，即中国新能源电动汽车发展与GDP 增长率无明显的线性关系。

#### 销售量和Battery capacity (km)

（一）ADF检验及差分调整

（1）销售量与Battery capacity (km)的关系

表 Battery capacity (km) ADF检验和差分调整结果

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 差分前  统计值 | *p*值 | 一阶差分  统计值 | *p*值 | 二阶差分  统计值 | *p*值 |
| -2.6741 | 0.0786 | -10.4636 |  |  |  |

由表可知，差分前前销售量的*p*值为0.0786，大于0.05，说明存在单位根，数据是非平稳的；一阶差分后的*p*值为，小于0.05，，说明数据是平稳序列。

（2）差分调整后的数据

表 Battery capacity (km)经差分后的数据

|  |  |
| --- | --- |
| Date | Number of public charging piles\_Nationwide (cumulative) |
| 2014.3 | 1 |
| 2014.4 | 1 |
| 2014.5 | 1 |
| 2014.6 | 1 |
| 2014.7 | 1 |
| … | … |
| 2023.3 | 0 |

注：完整数据见附录一

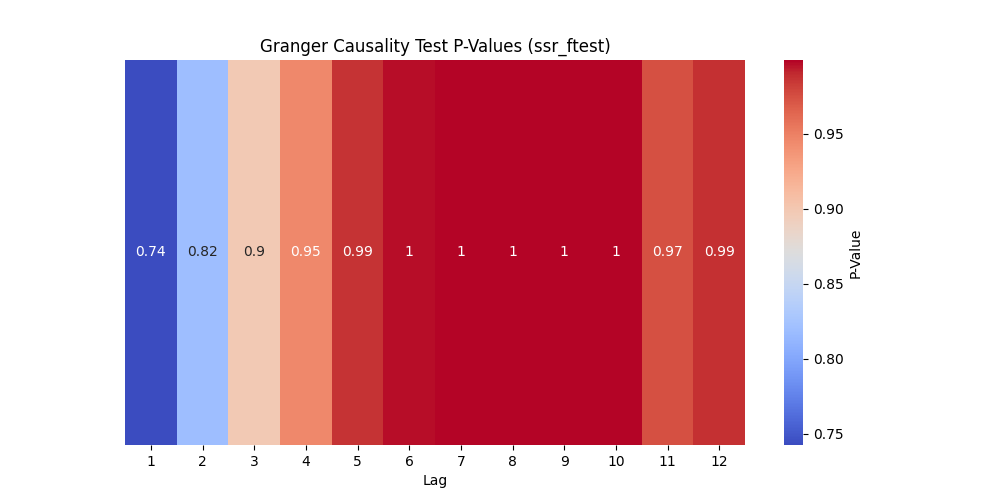
（二）Ganger因果检验的结果与分析

图 图上标题

由图可知，对于任一滞后期*p*值均远大于0.05，说明Battery capacity (km)与纯电动车销售量无因果关系。

（三）交叉性检验的结果与分析

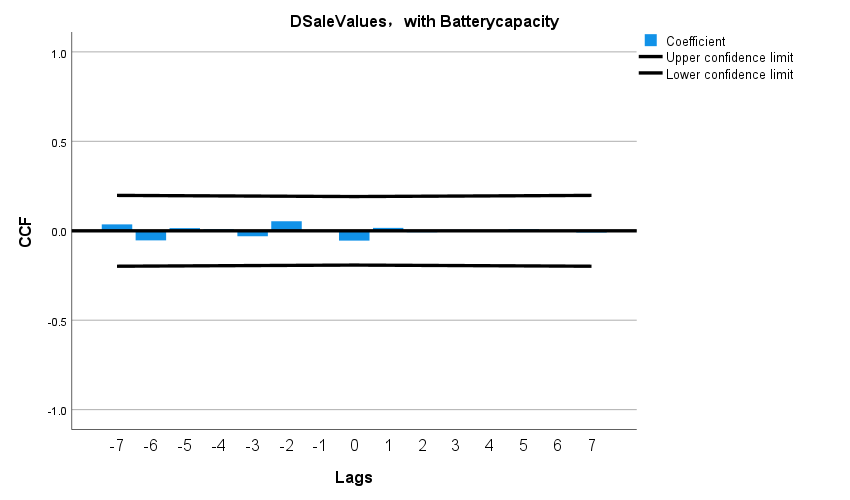


图 交叉检验的结果（差分后）

由图可知，相关性在各个滞后阶数上都接近于零，说明在差分后的时间序列之间没有明显的线性关系。

（四）综合分析及推断

Granger因果检验的显著结果表明Battery capacity (km)与纯电车销售量无明显因果关系，经交叉相关性分析表明两者之间不存在强的即时关系，说明中国新能源电动汽车发展与Battery capacity (km)无明显的线性关系。

#### 销售量和Maximum speed (km/h)

（一）ADF检验及差分调整

（1）销售量与Maximum speed (km/h)的关系

表 Maximum speed (km/h) ADF检验和差分调整结果

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 差分前  统计值 | *p*值 | 一阶差分  统计值 | *p*值 | 二阶差分  统计值 | *p*值 |
| -1.1851 | 0.6799 | -10.4980 |  |  |  |

由表可知，差分前前销售量的*p*值为0.6799，大于0.05，说明存在单位根，数据是非平稳的；一阶差分后的*p*值为，小于0.05，，说明数据是平稳序列。

（2）差分调整后的数据

表 Maximum speed (km/h)经差分后的数据

|  |  |
| --- | --- |
| Date | Number of public charging piles\_Nationwide (cumulative) |
| 2014.3 | 0 |
| 2014.12 | 49 |
| 2019.1 | 151 |
| 2020.6 | 0 |
| 2021.7 | 0 |
| … | … |
| 2023.3 | 0 |

注：完整数据见附录一

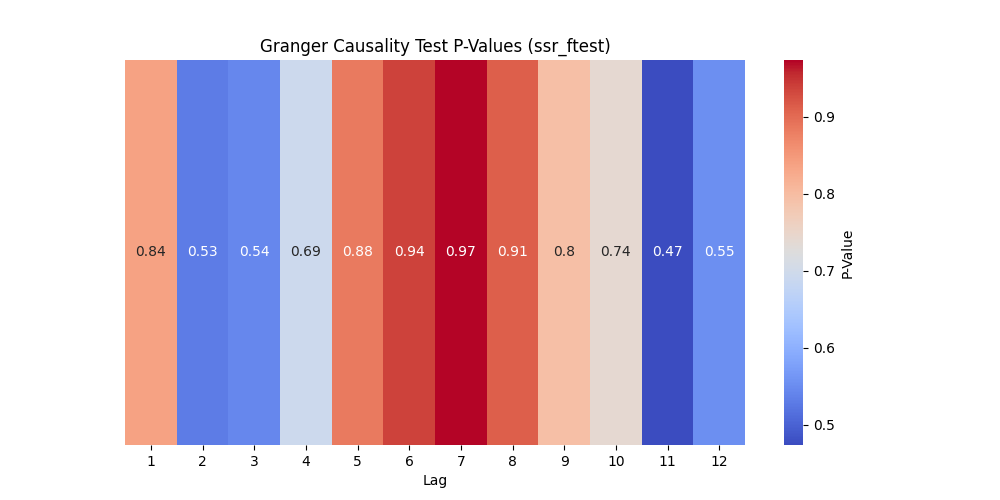
（二）Ganger因果检验的结果与分析

图 图上标题

由图可知，对于任一滞后期p值均远大于0.05，说明Maximum speed (km/h)与纯电动车销售量无因果关系。

（三）交叉性检验的结果与分析

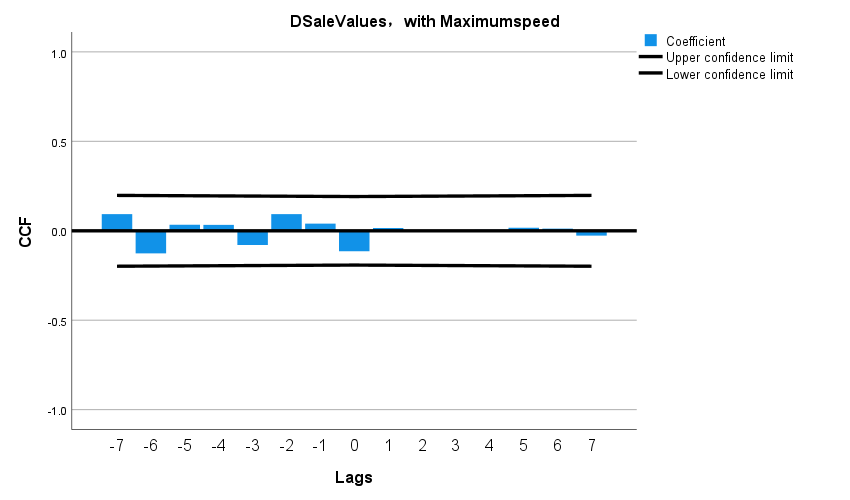


图 交叉检验的结果（差分后）

由图可知，相关性在各个滞后阶数上都接近于零，说明在差分后的时间序列之间没有明显的线性关系。

（四）综合分析及推断

Granger因果检验的显著结果表明Maximum speed (km/h)与纯电车销售量无明显因果关系，经交叉相关性分析表明两者之间不存在强的即时关系，说明中国新能源电动汽车发展与Maximum speed (km/h)无明显的线性关系。

#### 销售量和R&D expenses

（一）ADF检验及差分调整

（1）销售量与R&D expenses的关系

表 R&D expenses ADF检验和差分调整结果

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 差分前  统计值 | *p*值 | 一阶差分  统计值 | *p*值 | 二阶差分  统计值 | *p*值 |
| 0.0399 | 0.9617 | -10.4871 |  |  |  |

由表可知，差分前前销售量的*p*值为0.96171，大于0.05，说明存在单位根，数据是非平稳的；一阶差分后的*p*值为，小于0.05，说明数据是平稳序列。

（2）差分调整后的数据

表 R&D expenses经差分后的数据

|  |  |
| --- | --- |
| Date | Number of public charging piles\_Nationwide (cumulative) |
| 2015.3 | 192795104.57 |
| 2016.1 | 34299061.5 |
| 2017.1 | 203637954.3 |
| 2018.1 | 541676132.4 |
| 2019.7 | 287350305.5 |
| … | … |
| 2023.1 | 4168388289.3 |

注：完整数据见附录一

（二）Ganger因果检验的结果与分析

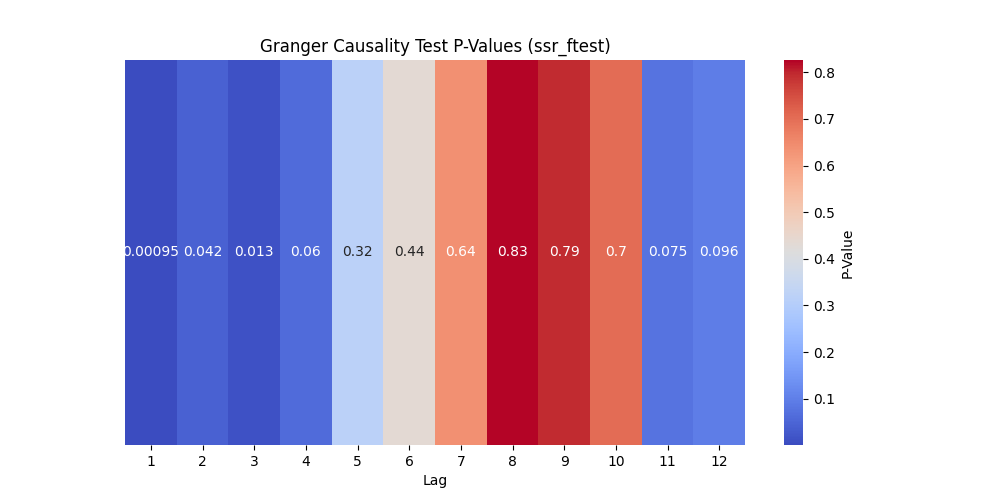


图 图上标题

由图可知，滞后期为1到3时*p*值小于0.05，在4时p值接近0.05，说明R&D expenses是销售量的格兰杰原因，在这一滞后期技术投入资金对纯电动汽车销售量影响显著；在 滞后期为11 ，12 时值较小但大于0.05说明这一滞后期技术投入资金对纯电动汽车的销售量有一定影响但影响较小。所以我们可以得出R&D expenses对纯电动汽车的影响具有立竿见影的效果，短期影响十分显著，在过程中期影响不显著，但长期来看仍具有一定的影响。

（三）交叉性检验的结果与分析

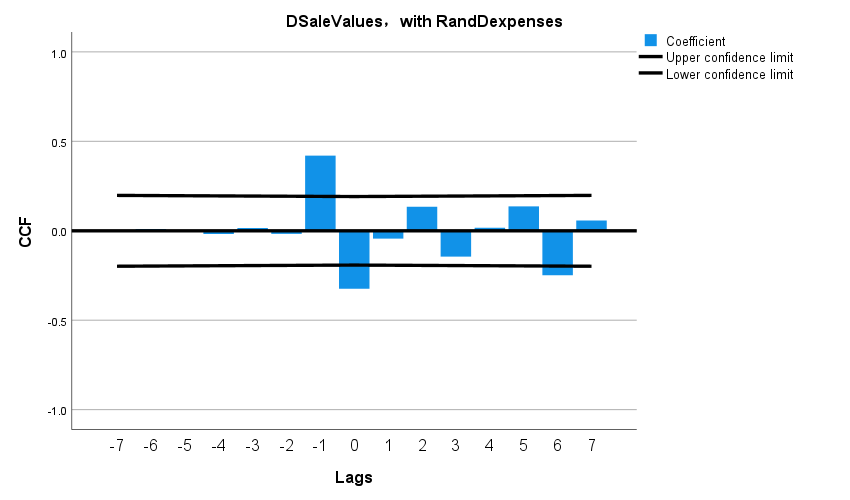


图 交叉检验的结果（差分后）

由图可知，仅在滞后阶数为-1时纯电动汽车的销售量和 R&D expenses有较弱的正相关性，其余条件下相关性不大。

（四）综合分析及推断

Granger因果检验的显著结果表明R&D expenses的改变在时间上领先于销售量的变化，并对其有较大的即时影响。交叉相关性分析结果表明除了R&D expenses在领先短时间内有较弱的线性关系，说明R&D expenses对纯电动汽车的销售量主要是短时期的影响。

#### 销售量和Amount involved (yuan)

（一）ADF检验及差分调整

（1）销售量与Amount involved (yuan)的关系

表 Amount involved (yuan)ADF检验和差分调整结果

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 差分前  统计值 | *p*值 | 一阶差分  统计值 | *p*值 | 二阶差分  统计值 | *p*值 |
| -1.801 | 0.3798 | -14.335 |  |  |  |

由表可知，差分前前销售量的*p*值为0.3798，大于0.05，说明存在单位根，数据是非平稳的；一阶差分后的*p*值为，小于0.05，说明数据是平稳序列。

（2）差分调整后的数据

表 Amount involved (yuan)经差分后的数据

|  |  |
| --- | --- |
| Date | Number of public charging piles\_Nationwide (cumulative) |
| 2014.3 | 36060379 |
| 2014.4 | 46206485 |
| 2014.5 | -82266864 |
| 2014.6 | 0 |
| 2014.7 | 58568793 |
| … | … |
| 2023.3 | -951559004.83 |

注：完整数据见附录一

（二）Ganger因果检验的结果与分析

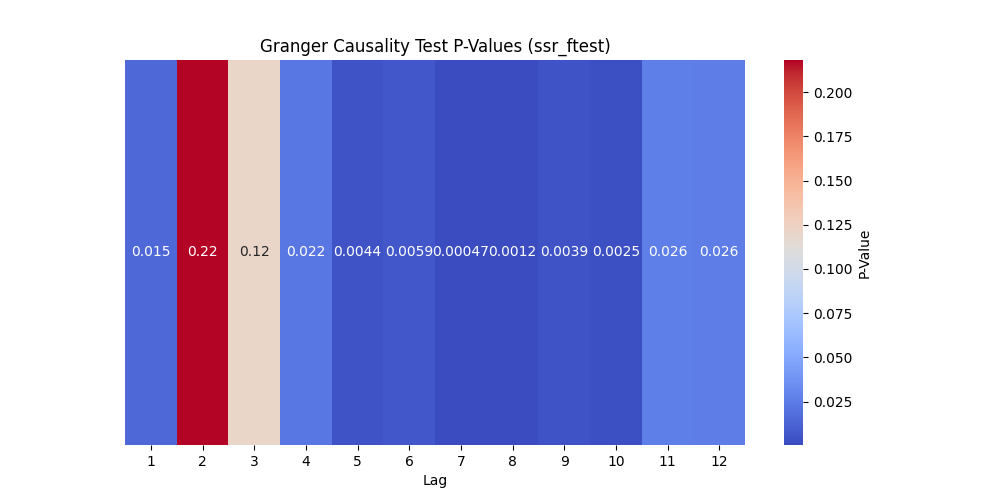


图 图上标题

由图可知，除了在滞后期为 2和3时p值大于0.05，其余时期均小于0.05，说明Amount involved和纯电动汽车销售量有很大的因果关系，特别是滞后期为4到10时因果关系在统计学上更加显著。

（三）交叉性检验的结果与分析

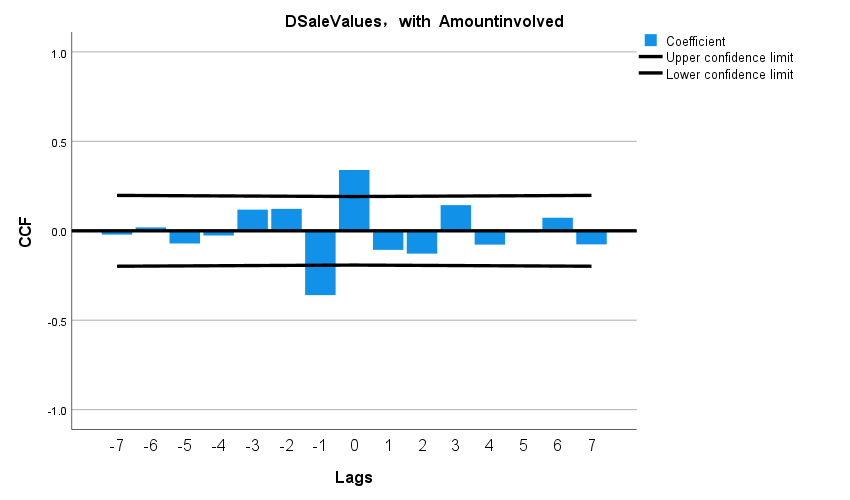


图 交叉检验的结果（差分后）

由图可知，大部分的条形都位于置信限之内，说明大多数滞后值下纯电动汽车销售量和Amount involved之间没有显著的相关性。但是在滞后-1和1时，相关系数的条形稍微超过了下置信限，暗示在这两个滞后点可能存在轻微的负相关性。然而，这些相关性都不是非常强，这意味着两个序列之间可能没有明显的直接关系。

（四）综合分析及推断

Granger因果检验的显著结果表明Amount involved的改变在时间上领先于销售量的变化，并可能对其有影响。但是，交叉相关性分析没有表明两者之间存在强的即时关系。即中国新能源电动汽车发展与Amount involved无明显的线性关系。

### 问题三

#### Global traditional energy vehicle sales和Market Share

一）ADF检验及差分调整

（1）Global traditional energy vehicle sales与Maximum speed (km/h)的关系

表 Maximum speed (km/h) ADF检验和差分调整结果

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 差分前  统计值 | *p*值 | 一阶差分  统计值 | *p*值 |
| -1.5964 | 0.4853 | -10.3570 |  |

由表可知，差分前前销售量的*p*值为0.4853，大于0.05，说明存在单位根，数据是非平稳的；一阶差分后的*p*值为，小于0.05，说明数据是平稳序列。

（2）差分调整后的数据

表 Market Share经差分后的数据

|  |  |
| --- | --- |
| Date | Number of public charging piles\_Nationwide (cumulative) |
| 2014.3 | 0 |
| 2015.02 | 0.2035 |
| 2016.02 | 0.0756 |
| 2017.2 | 0.1766 |
| 2019.2 | 0.3040 |
| … | … |
| 2023.3 | -2.272 |

注：完整数据见附录一

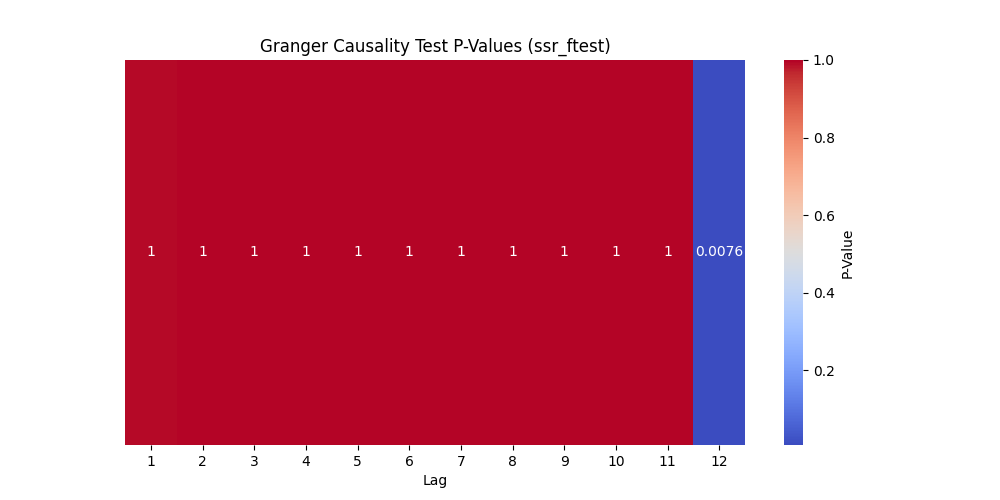
（二）Ganger因果检验的结果与分析

图 图上标题

由图可知，仅在滞后值为12时p值突然变小，且远小于0.05因果关系十分显著这说明，Market Share仅在滞后期为12时对Global traditional energy vehicle sales有显著影响，两个时间序列在特定时间差时因果关系极大。

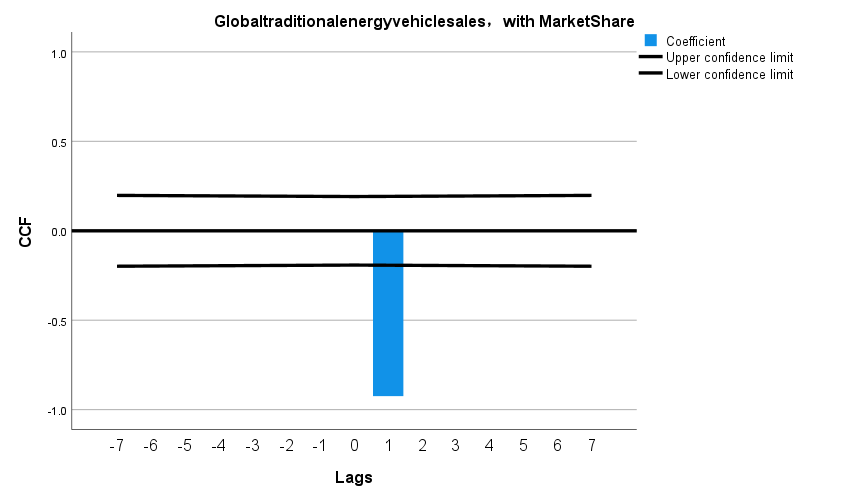
（三）交叉性检验的结果与分析

图  交叉检验的结果（差分后）

由图可知，从图中可以看出，在仅滞后一个单位时（也就是说，两个序列基本同步的时候），存在一个显著的负相关。这意味着，如果在不考虑时间延迟的情况下，全球传统能源汽车销量的变化与纯电车的市场份额的变化是负相关的，即一个序列的增加往往伴随着另一个序列的减少。

（四）综合分析及推断

Granger因果检验的显著结果表明仅在特殊的滞后时期，纯电动汽车市场份额对传统燃料汽车的销量有极大的因果关系，经过交叉检验发现仅在相差不大的时间里，纯电动汽车市场份额对传统燃油汽车的销量有显著的负相关。说明纯电车的市场份额对传统燃油汽车的销量的影响在时间上有极大的一一对应关系且呈现极大的负相关。

#### Global traditional energy vehicle sales和Global Pure electric sales

一）ADF检验及差分调整

（1）Global traditional energy vehicle sales与Global Pure electric sales的关系

表 Global Pure electric sales ADF检验和差分调整结果

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 差分前  统计值 | *p*值 | 一阶差分  统计值 | *p*值 | 二阶差分  统计值 | *p*值 |
| -0.5481 | 0.8822 | -2.297 |  | -63.4696 | 0.0 |

由表可知，由表可知，差分前前销售量的*p*值为0.8822，大于0.05，说明存在单位根，数据是非平稳的；一阶差分后的*p*值为0.1727，仍大于0.05，说明数据仍是非平稳的；二阶差分后的*p*值为0，于0.05，说明数据是平稳序列（2）差分调整后的数据

表 Global Pure electric sales经差分后的数据

|  |  |
| --- | --- |
| Date | Number of public charging piles\_Nationwide (cumulative) |
| 2014.3 |  |
| 2014.4 |  |
| 2014.5 |  |
| 2014.6 |  |
| 2014.7 |  |
| … | … |
| 2023.3 |  |

注：完整数据见附录一

（二）Ganger因果检验的结果与分析

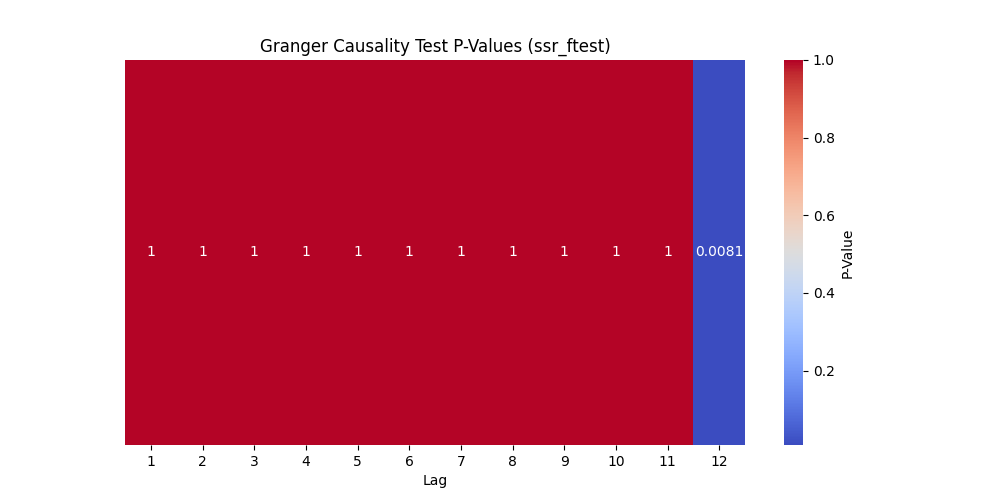


图 图上标题

由图可知，仅在滞后值为12时p值突然变小，且远小于0.05因果关系十分显著这说明，Global Pure electric sales仅在滞后期为12时对Global traditional energy vehicle sales有显著影响，两个时间序列在特定时间差时因果关系极大。

（三）交叉性检验的结果与分析

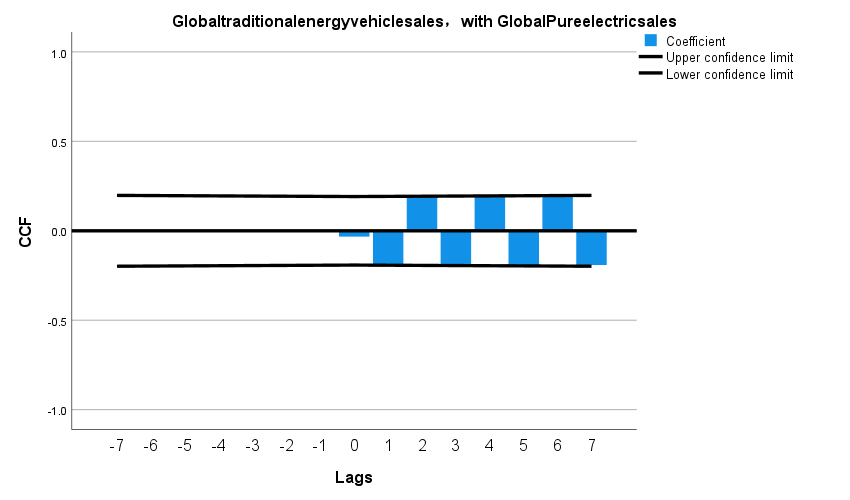


图 交叉检验的结果（差分后）

由图可知，相关性在各个滞后阶数上都接近于零，说明在差分后的时间序列之间没有明显的线性关系。

（四）综合分析及推断

Granger因果检验的显著结果表明仅在特殊的滞后时期，纯电动汽车的总销量对传统燃料汽车的销量有极大的因果关系。但是，交叉相关性分析没有表明两者之间存在强的即时关系。且Global Pure electric sales与Global traditional energy vehicle sales无明显的线性关系。

#### Global traditional energy vehicle sales和Plug-in sales

一）ADF检验及差分调整

（1）Global traditional energy vehicle sales与Plug-in sales的关系

表 Plug-in sales ADF检验和差分调整结果

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 差分前  统计值 | *p*值 | 一阶差分  统计值 | *p*值 | 二阶差分  统计值 | *p*值 |
| -0.9684 | 0.7646 | -1.9245 | 0.3205 | -65.7738 | 0.0 |

由表可知由表可知，由表可知，差分前前销售量的p值为0.7646，大于0.05，说明存在单位根，数据是非平稳的；一阶差分后的p值为0.3205，仍大于0.05，说明数据仍是非平稳的；二阶差分后的p值为0，于0.05，说明数据是平稳序列（2）差分调整后的数据

表 Plug-in sales经差分后的数据

|  |  |
| --- | --- |
| Date | Number of public charging piles\_Nationwide (cumulative) |
| 2014.3 |  |
| 2014.2 |  |
| 2014.3 |  |
| 2014.4 |  |
| 2014.5 |  |
| … | … |
| 2023.2 |  |

注：完整数据见附录一

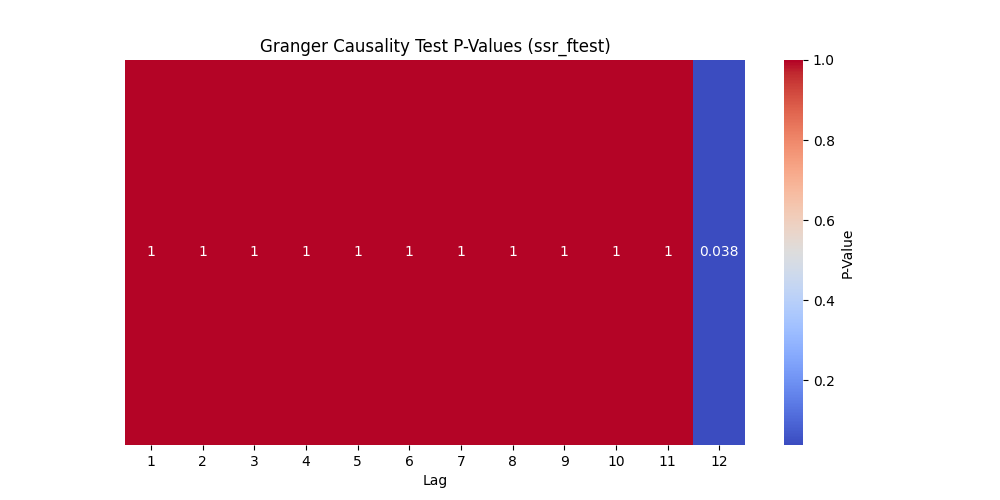
（二）Ganger因果检验的结果与分析

图 图上标题

由图可知，仅在滞后值为12时p值突然变小，且远小于0.05因果关系十分显著这说明，Plug-in sales仅在滞后期为12时对Global traditional energy vehicle sales有显著影响，两个时间序列在特定时间差时因果关系极大。

（三）交叉性检验的结果与分析

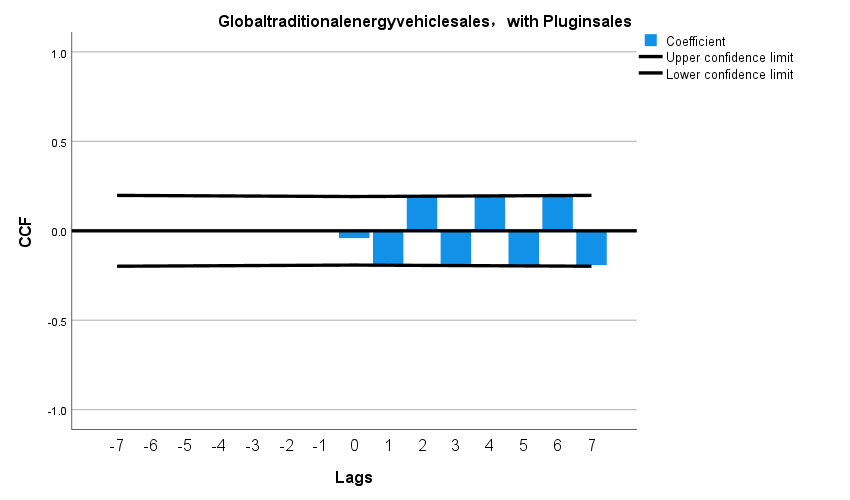


图 交叉检验的结果（差分后）

由图可知，相关性在各个滞后阶数上都接近于零，说明在差分后的时间序列之间没有明显的线性关系。

（四）综合分析及推断

Granger因果检验的显著结果表明仅在特殊的滞后时期，纯电动汽车的总销量对传统燃料汽车的销量有极大的因果关系。但是，交叉相关性分析没有表明两者之间存在强的即时关系。且Plug-in sales与Global traditional energy vehicle sales无明显的线性关系。

### 问题四

#### 欧盟“提高传统汽车碳排放标准”的政策

***Step1***:作时间序列图

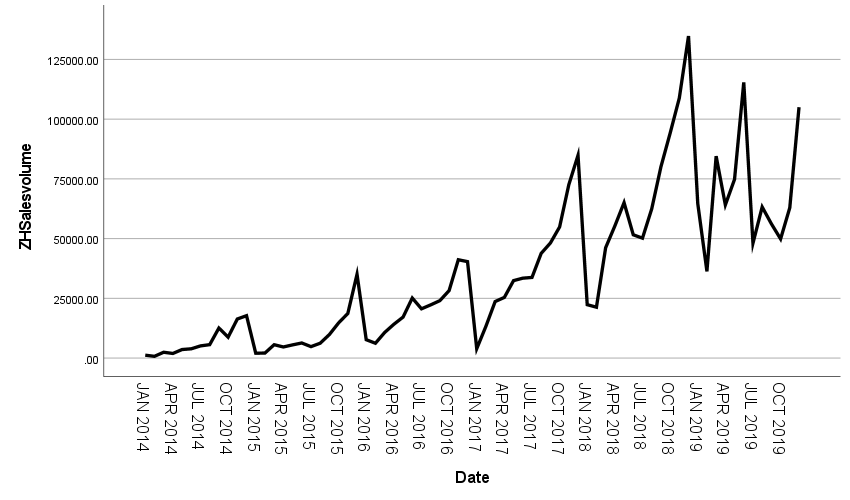


图 在该政策的影响下销售量的时间序列图

由图可知，从总体来看，销售量先呈现出明显的上升趋势，后趋于平缓，并在2018年达到高峰；从周期性来看，中国新能源汽车的销量基本上以一年为周期；从季节性来看，季节性波动较为明显。

***Step2***:季节性分解

由上述对时间序列图的描述，销售量呈现出明显的上升趋势，因此使用乘法模型会更精确，具体分解情况如下表所示，

表 对销售量进行乘法分解得到的季节因子（2014.1-2017.12）

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 周期 | 季节因子（%） | 周期 | 季节因子（%） |
| 1 | 41.3 | 7 | 79.0 |
| 2 | 41.8 | 8 | 92.8 |
| 3 | 80.4 | 9 | 111.8 |
| 4 | 80.6 | 10 | 124.9 |
| 5 | 95.1 | 11 | 160.4 |
| 6 | 97.2 | 12 | 194.7 |

由表可知，第9-12月的季节因子大于1，第1-8月的季节因子小于1，说明差分前第9-12月的平均销售量要高于第1-8月，且第12个月的平均销售量要高于全年平均水平94.7%，第1个月的平均销量要低于全年平均水平58.7%。

***Step3***: 分解后的时序图

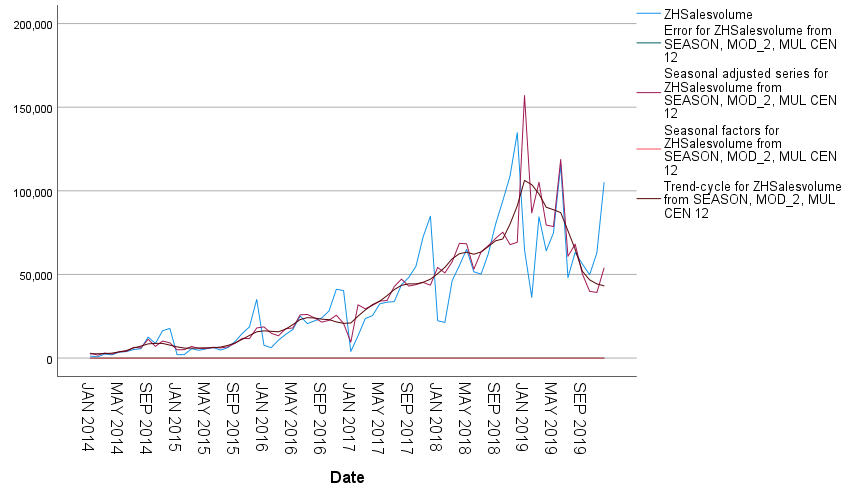


图 在该政策的影响下销售量经分解后的时序图

由图可知，红色线为经过季节调整的销售量，可见剔除了季节性因素的影响，销售量总体呈先上升后下降的趋势；紫色线为季节因子，可见销售量在一年中随月份的变大先上升后下降；深蓝线为趋势-周期分量，表现出先上升后趋于平缓的趋势；残差值基本为0，说明模型模拟结果好。

***Step4***:建立时间序列分析模型

利用SPSS软件专家建模得到模型类型为ARIMA(1,1,0)(0,1,0)，将数据代入公式（）得，

***Step5***:白噪声残差检验

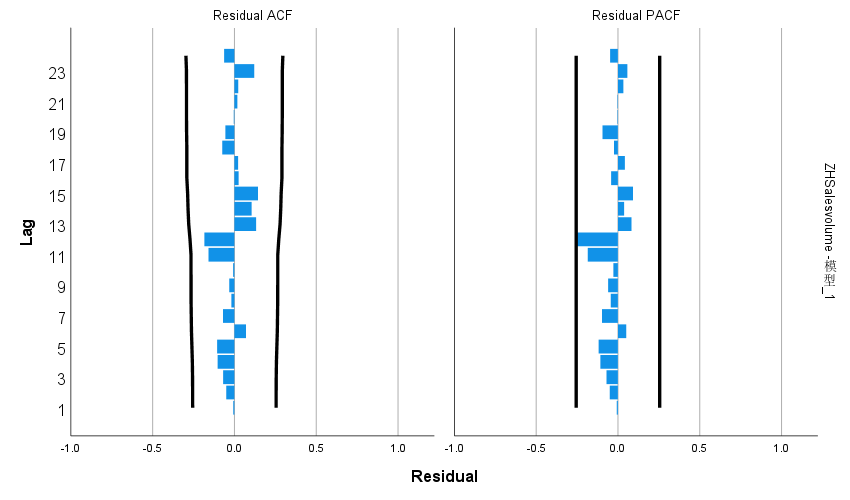


图 残差检验图

表 ARIMA(1,1,0)(0,1,0)模型统计表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 预测变量数 | 模型拟合度统计：平稳 R 方 | 统计 | DF | 显著性 | 离群值数 |
| 0 | 0.487 | 11.688 | 17 | 0.819 | 1 |

由图表可知，对残差进行Q检验得到的p值为0.819，大于0.05，无法拒绝原假设，因此认为残差就是白噪声序列，因此ARIMA(1,1,0)(0,1,0)模型能够很好的识别本题中的销量数据。

***Step6***:预测未来的指标数值

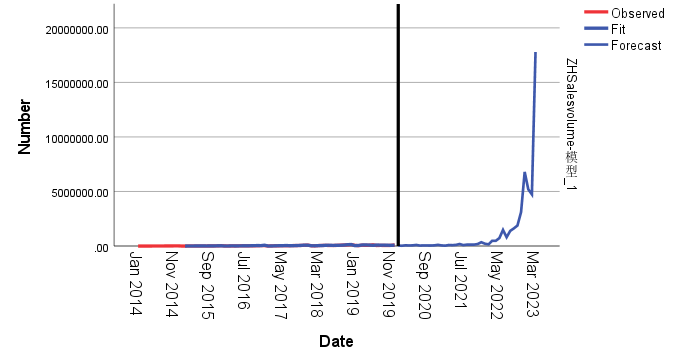


图 在该政策影响下的销售量预测值

由图可知，预测线向上的趋势显示了一个持续增长的模式，说明如果当前的条件或政策保持不变，预期的数量指标将继续增长，说明该政策对中国新能源电动汽车发展可能有明显的促进作用。

***Step7***:对比预测数据与实际值

表 在该政策影响下预测值与实际值的比较

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 日期 | 预测值（无政策） | 实际值（有政策） |
| Jan-20 | 48334.95 | 29269 |
| Feb-20 | 28606.88 | 9291 |
| Mar-20 | 68110.14 | 34519 |
| Apr-20 | 53373.94 | 43094 |
| … | … | … |
| Mar-23 | 17789352.43 | 396672 |

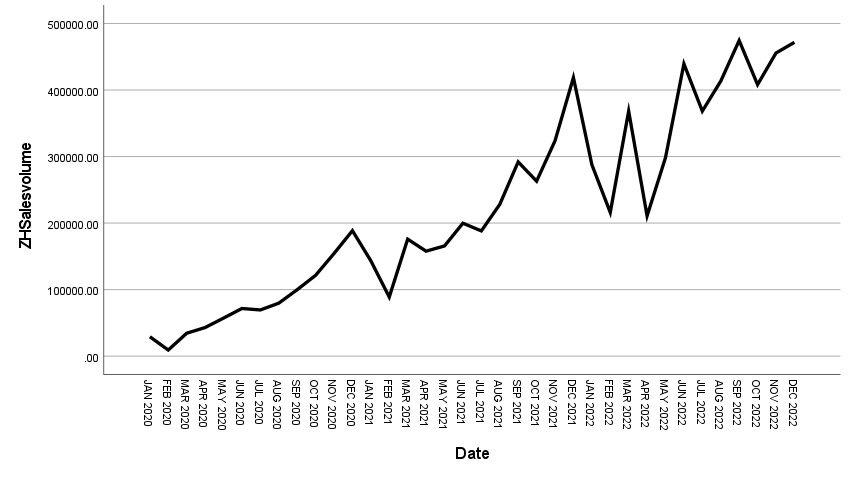
注：详细数据见附录一

由表可知，从2020年1月到2023年3月，销售量呈现了明显的波动和增长趋势，特别是在2022年11月和12月，销售量急剧增加并达到了较高水平，可见在政策实施后的一段时间内，销售量明显反弹并继续增长，甚至达到了新的高峰，说明该政策对中国新能源电动汽车发展有明显的促进作用。

#### 欧盟“提高对新能源电动汽车的补贴”的政策

***Step1：***同上步骤，首先利用2014.1~2019.12的数据预测至2022.12的数据。下用2020.1~2022.12的数据预测2023.3的数据。

***Step2***:作时间序列图



图图 在该政策的影响下销售量的时间序列图

由图可知，从总体来看，销售量先呈现出明显的上升趋势；从季节性来看，季节性波动由较平缓变成较大，再变为较平缓。

***Step3***:季节性分解和分解后的时序图

由上述对时间序列图的描述，销售量的季节性波动总体较平缓，因此使用加法模型会更精确。

***Step4***:建立时间序列分析模型

利用SPSS软件专家建模得到模型类型为Winters' Additive，将数据代入公式（）得，

***Step5***:白噪声残差检验

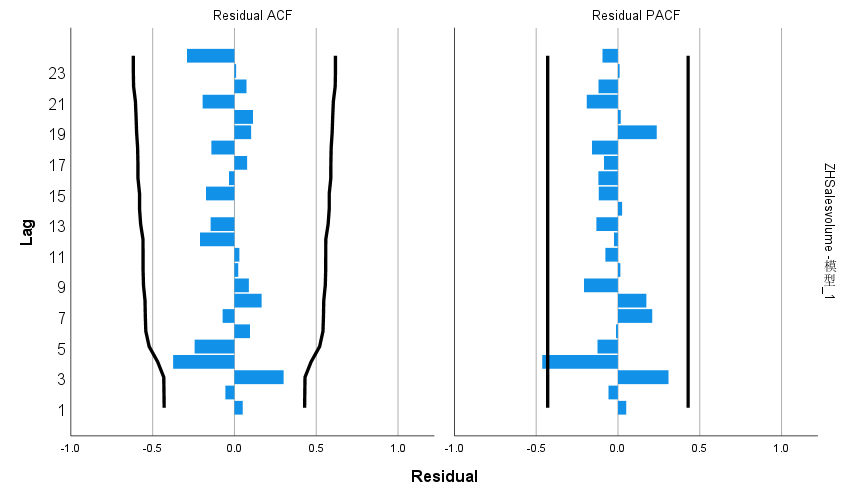


图 残差检验图

表 Winters' Additive模型统计表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 预测变量数 | 模型拟合度统计：平稳 R 方 | 统计 | DF | 显著性 | 离群值数 |
| 0 | 0.698 | 22.832 | 15 | 0.088 | 0 |

由图表可知，平稳R方为0.698，表示模型对销售量数据的拟合程度相对较高，表明模型可以很好地解释销售量的变化。离群值数为0，说明该模型没有与模型预测偏差较大的值。对残差进行Q检验得到的p值为0.088，大于0.05，无法拒绝原假设，因此认为残差就是白噪声序列，因此Winters' Additive模型能够很好的识别本题中的销量数据。

***Step6***:预测未来的指标数值

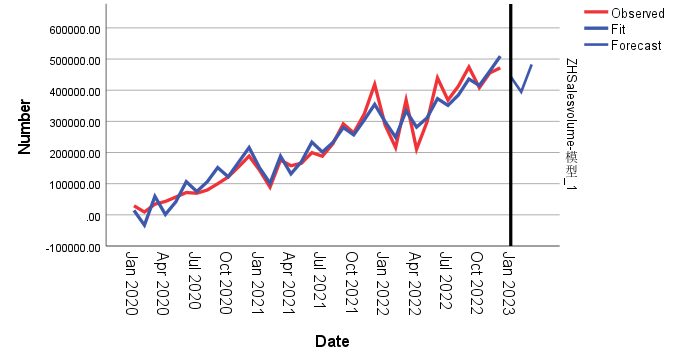


图 在该政策影响下的销售量预测值

由图可知，该政策对中国新能源电动汽车发展总体呈促进作用，存在小范围的抑制作用，说明欧盟“提高对新能源电动汽车的补贴”的政策可能并不能限制住中国新能源电动汽车的发展。

***Step7***:对比预测数据与实际值

表 在该政策影响下预测值与实际值的比较

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 日期 | 预测值（无政策） | 实际值（有政策） |
| Jan-20 | 48334.95 | 29269 |
| Feb-20 | 28606.88 | 9291 |
| Mar-20 | 68110.14 | 34519 |
| … | … | … |
| Mar-23 | 396672 | 482856.4 |

注：完整数据见附录一

由表可知，从2020年1月到2023年3月，政策实施期间的销售量波动较大，说明政策实施初期，销售量可能受到一定的抑制，但在后续月份逐渐恢复，并在2022年底达到新的高峰；在2023年1月至3月，销售量继续增长，没有明显的政策影响导致销售下降的趋势，说明初期政策实施可能对销售有一定的负面影响，但随着时间的推移，销售量逐渐适应和反弹，最终呈现出明显的增长趋势。在2023年初，销售量继续保持增长，这可能表明市场对于产品或服务的需求持续存在，而政策并没有明显的抑制作用。

#### 欧盟反补贴调查

***Step1***:作时间序列图

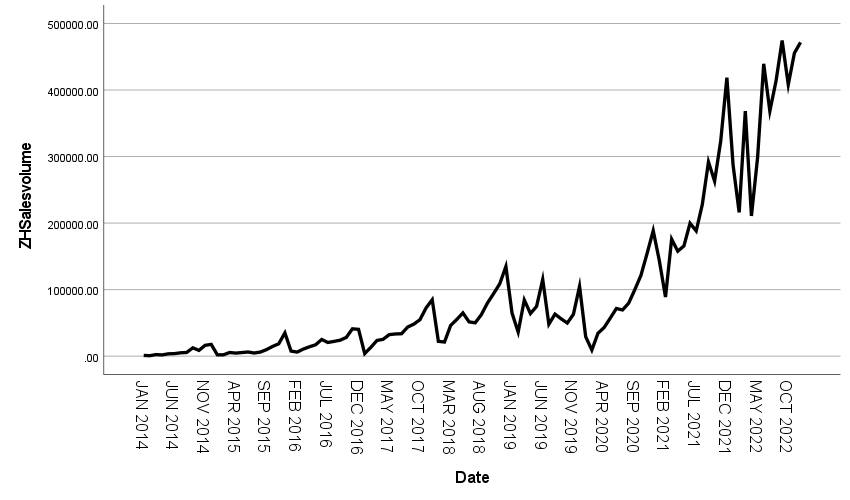


图 在该政策的影响下销售量的时间序列图

由图可知，从总体来看，销售量呈现出先较为平缓后明显上升的趋势；从季节性来看，总体来说波动变化越来越大。

***Step2***:季节性分解

由上述对时间序列图的描述，销售量呈现出明显的上升趋势，因此使用乘法模型会更精确，具体分解情况如下表所示，

表 对销售量进行乘法分解得到的季节因子

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 周期 | 季节因子（%） | 周期 | 季节因子（%） |
| 1 | 60.3 | 7 | 80.6 |
| 2 | 44.1 | 8 | 94.9 |
| 3 | 87.4 | 9 | 109.2 |
| 4 | 78.0 | 10 | 119.8 |
| 5 | 91.3 | 11 | 148.3 |
| 6 | 102.1 | 12 | 184.1 |

由表可知，第6,9-12月的季节因子大于1，第1-5,7-8月的季节因子小于1，说明差分前第6,9-12月的平均销售量要高于第1-5,7-8月，且第12个月的平均销售量要高于全年平均水平84.1%，第2个月的平均销量要低于全年平均水平55.9%。

***Step3***: 分解后的时序图

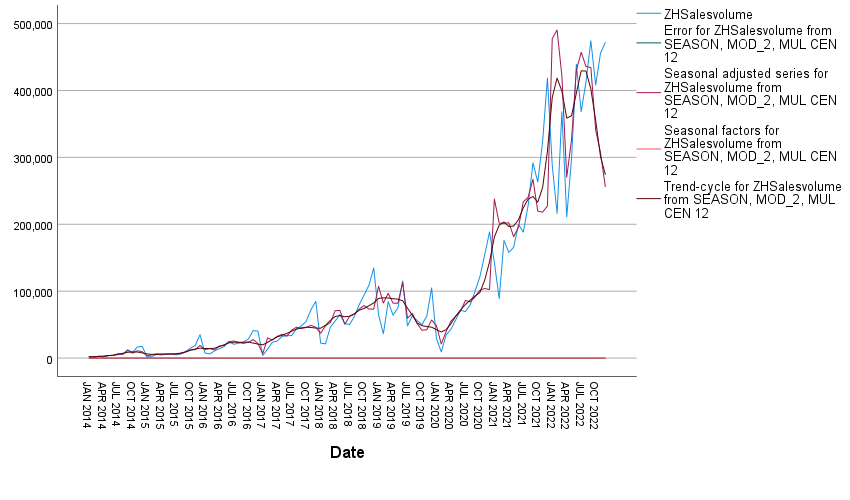


图 在该政策的影响下销售量经分解后的时序图

由图可知，红色线为经过季节调整的销售量，剔除了季节性因素的影响，更清晰地看到除季节性因素外的先上升后下降的趋势；紫色线为季节因子，可见销售量在一年中随月份的变大而先变大后变小；深蓝线为趋势-周期分量，表现出长期上升的趋势和周期性变化；残差值基本为0，说明模型模拟结果好。

***Step4***:建立时间序列分析模型

利用SPSS软件专家建模得到模型类型为ARIMA(0,1,0)(0,1,1)，将数据代入公式（）得，

***Step5***:白噪声残差检验

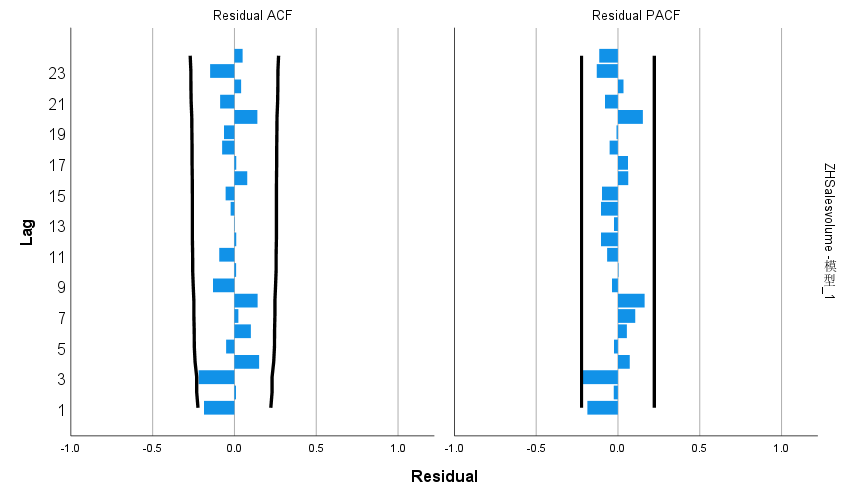


图 残差检验图

表 ARIMA(0,1,0)(0,1,1)模型统计表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 预测变量数 | 模型拟合度统计：平稳 R 方 | 统计 | DF | 显著性 | 离群值数 |
| 0 | 0.679 | 18.683 | 17 | 0.347 | 6 |

由图表可知，平稳R方为0.679，表示模型对销售量数据的拟合程度相对较高，表明模型可以很好地解释销售量的变化；对残差进行Q检验得到的p值为0.347，大于0.05，无法拒绝原假设，因此认为残差就是白噪声序列，因此ARIMA(0,1,0)(0,1,1)模型能够很好的识别本题中的销量数据。

***Step6***:预测未来的指标数值

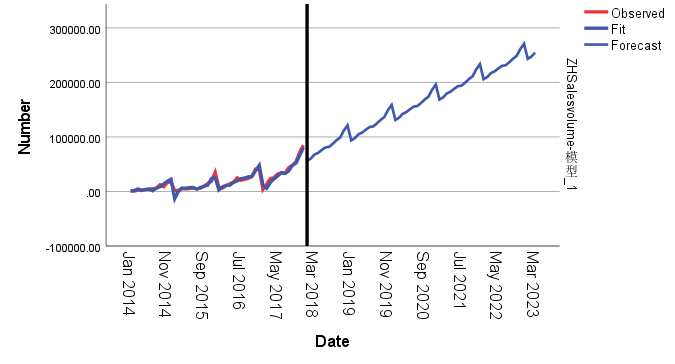


图 在该政策影响下的销售量预测值

由图可知，预测线向上的趋势显示了一个波动增长的模式，说明如果当前的条件或政策保持不变，预期的销售量增长，说明该政策对中国新能源电动汽车发展可能有明显的促进作用。

***Step7***:对比预测数据与实际值

表 在该政策影响下预测值与实际值的比较

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 日期 | 预测值（无政策） | 实际值（有政策） |
| Jan-23 | 256029.18 | 219773 |
| Feb-23 | 183799.29 | 312386 |
| Mar-23 | 360456.34 | 396672 |

由表可知，2023年1月至3月期间，销售量呈现出稳步增长的趋势，表现为持续上升的销售水平；在2023年1月至3月期间，销售量继续增长，没有明显的政策影响导致销售下降的趋势，且数据相对稳健，没有出现明显的波动，说明该政策对中国新能源电动汽车发展并没有明显的抑制作用。

## 附录三

【代码】

|  |
| --- |
| **代码1** |
| Python/matlab：作用 |
|  |