

基于ARIMA模型和指数平滑模型对我国货物进出口总额的预测研究

刘 琰

云南财经大学统计与数学学院, 云南 昆明

收稿日期: 2023年1月16日; 录用日期: 2023年2月6日; 发布日期: 2023年2月21日

摘 要

在后疫情时代, 为了研究我国货物进出口情况, 本文采用了ARIMA模型和Holt-Winters三参数指数平滑模型对我国1996年1月至2022年10月的货物进出口总额的月度数据进行建模比较分析, 并对未来三年的进出口总额进行预测。根据预测结果显示, 两个模型都能较好的拟合数据, 后者模型的拟合程度略优于前者。预测结果显示未来三年我国的货物进出口总额是逐渐增长的。

关键词

进出口总额, ARIMA模型, Holt-Winters三参数指数平滑模型

Prediction of China's Total Import and Export of Goods Based on ARIMA Model and Exponential Smoothing Model

Yan Liu

School of Statistics and Mathematics, Yunnan University of Finance and Economics, Kunming Yunnan

Received: Jan. 16th, 2023; accepted: Feb. 6th, 2023; published: Feb. 21st, 2023

Abstract

In the post epidemic era, in order to study the import and export situation of China's goods, this paper uses ARIMA model and Holt Winters three parameter exponential smoothing model to model and compare the monthly data of China's total import and export of goods from January 1996 to October 2022, and forecasts the total import and export in the next three years. According to the

prediction results, both models can better fit the data, and the fitting degree of the latter model is slightly better than the former. The forecast results show that China's total import and export of goods will gradually increase in the next three years.

Keywords

Total Import and Export, ARIMA Model, Holt Winters Three Parameter Exponential Smoothing Model

Copyright © 2023 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. 绪论

1.1. 研究背景

货物进出口贸易指国家或地区之间对于商品与劳务的交换。随着中国经济的发展，中国在全球化进程中扮演着越来越重要的角色，进一步融入世界经济，对于我国的国民经济，进出口贸易占据着越来越重要的地位。众所周知，在改革开放前，我国由于实行封闭式的发展模式，对外贸易事业发展不明显；但在改革开放以后，我国的外贸事业逐渐发展壮大起来了，且发展的越来越好，后面尤其是加入 WTO 以后，发展的更快更好了。根据相关统计，在 2021 年我国货物贸易进出口总值高达 39.1 万亿元，其中进口 17.37 万亿元，出口 21.73 万亿元，可以看出出口是高于进口的。在后疫情时代，如何调整我国的进出口政策显得尤为重要。

1.2. 研究意义

近年来，随着世界经济的快速发展，我国也实现了经济全球化发展。如今，我国的对外进出口总值当期值从 1996 年的 290118850 千美元增长到了 2021 年的 6047088936 千美元。这说明我国对外进出口贸易越来越完善，同时进出口总值成为衡量我国经济发展的重要指标。

为了探索进出口总值的变化规律和趋势，因此我采用了指数平滑模型和 ARIMA 模型对我国的货物进出口总值进行预测，同时想要探讨两个模型拟合效果如何。根据其结果，对我国未来货物进出口发展制定合理的政策措施，这对于实现中国式现代化，实现经济增长有着重要的理论意义。如今，我国的外贸依存度已经达到 70%，这对我国经济发展有着重要的意义。因此，对进出口的分析和预测也逐渐成为经济学界研究的重点话题。

2. 文献综述

在 1978 年改革开放以来，我国的进出口贸易飞速发展，货物进出口总值大体上在不断地增加，而进出口总量与我国经济总量息息相关。为了研究货物进出口贸易的未来走势，我国的学者对此做了大量的研究。由于国与国之间的经济往来更加密切，贸易总量逐年递增，国内学者针对进出口总值与经济发展之间的关系、进出口总值的预测，进行深入的研究。

首先，国内不同的学者采用各种方法，得知我国的经济发展与进出口总值是息息相关的。姚丽芳通过对 2001 年进出口总额数据的分析，得出了出口可以推动国家经济的增长的结论[1]。何婷婷将国内生产

总值和进出口总值作为研究对象,分析 1978 至 2014 年的相关数据,其认为改革开放后,我国国民生产总值受进出口贸易总额的影响[2]。其次,一些学者通过 ARIMA 模型对我国的进出口进行预测分析。针对我国 1982~2008 年期间进出口数据,程兰芳用 ARIMA 模型其分析并预测[3]。对于 1995~2010 年我国海关进出口商品总值的月度数据,敬久旺也建立了 ARIMA 模型进行分析其变化规律[4]。沈汉溪用 ARIMA 模型预测了 2006~2010 年中国外贸进出口总额、出口总额和进口总额[5]。

还有一些学者在 ARIMA 模型的基础上进行了改进,运用其他方法进行了预测分析。段鹏建立了 SARIMA 模型,对我国商品进出口贸易的月度数据进行分析,根据数据的季节性趋势,发现了我国商品贸易的未来走势,并对如何解决商品贸易顺差扩大问题提出了相关对策[6]。张蕾等在利用 ARIMA 模型和支持向量回归模型的基础上,构建了基于权重分配的组合模型,并对三种方法的预测精度进行了对比,提高了预测的精确度[7]。

从前面的分析得知大多数学者都是采用 ARIMA 模型预测分析,近些年不同的学者提出了其他合适的模型来预测分析。ARIMA(p,d,q)模型由于其处理时间序列线性数据时其模型简单且拟合效果较好,因此大部分学者研究进出口贸易预测时就选用了这种方法。因此我也选择了该方法对我国货物进出口总值进行了预测。同时根据所学知识,我认为 Holt-Winters 三参数指数平滑模型也能很好的拟合数据,因此也采用了这种方法来与 ARIMA 模型进行对比分析。最后,本文根据 1996~2022 年的我国的月度货物进出口总值的数据,建立了这两个模型来对比分析,预测未来三年的我国货物的进出口总值。

3. 理论模型

3.1. 平稳性检验

时间序列数据如果包括上升或下降的趋势、以及月度、季节等导致的周期趋势,都会让数据不平稳。而平稳性是建模前提,所以需要平稳性检验。平稳性检验通常有以下两种:时序图检验和自相关图检验。

3.2. 平稳化处理

如果序列没有通过平稳性检验,需要差分使其平稳。一阶差分能够消除显著的线性趋势的影响,二阶能够消除曲线趋势的影响。对于存在周期性的序列,需要将周期作为步长进行 d 步差分,消除周期的影响。

3.3. 纯随机性检验(白噪声检验)

其次,还需进行纯随机性检验。因为白噪声序列之间不存在什么相关关系,不好预测,我们希望原序列非白噪声。

原假设: 延迟期数小于或等于 m 期的序列值之间相互独立

备择假设: 延迟期数小于或等于 m 期的序列值之间有相关性

$$H_0: \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_m = 0$$

$$H_1: \text{至少存在某个 } \rho_k \neq 0, \forall m \geq 1, k \leq m$$

检验统计量主要有两个统计量: Q 统计量和 LB 统计量:

$$Q \text{ 统计量: } Q = n \sum_{k=1}^m \hat{\rho}_k^2 \sim \chi^2(m)$$

$$LB \text{ 统计量: } LB = n(n+2) \sum_{k=1}^m \frac{\hat{\rho}_k^2}{n-k} \sim \chi^2(m)$$

当 P 值小于 α 时,那么该序列就是非白噪声;反之则为白噪声序列。

3.4. 建立 ARIMA 模型

3.4.1. ARIMA 模型简介

ARIMA 模型(求和自回归移动平均模型)是 ARMA 模型和差分模型的结合。ARIMA(p,d,q)模型主要是为了解决不平稳时间序列的预测问题。ARIMA(p,d,q)模型可以表示为:

$$\begin{cases} \Phi(B)\nabla^d x_t = \Theta(B)\varepsilon_t \\ E(\varepsilon_t) = 0, \text{Var}(\varepsilon_t) = \sigma_t^2, E(\varepsilon_t \varepsilon_s) = 0, s \neq t \\ Ex_s \varepsilon_t = 0, \forall s < t \end{cases}$$

3.4.2. 模型定阶

一、通过自相关图和偏自相关图定阶

通常情况下,运用自相关图和偏自相关图来对模型进行定阶,在 ARIMA(p,d,q)的模型中, p,q 的确定是借助 ARMA(p,q)的定阶方式,区别只是 ARIMA(p,d,q)需要先进行 d 阶差分使原序列变得平稳。其中,ARMA(p,q)的定阶原则如表 1 所示。

Table 1. ARMA order determination principle

表 1. ARMA 定阶原则

$\hat{\rho}_k$	$\hat{\phi}_{kk}$	模型定阶
拖尾	p 阶截尾	AR(p)模型
q 阶截尾	拖尾	MA(q)模型
拖尾	拖尾	ARMA(p,q)模型

当差分后的序列带有拖尾情况时,可以考虑用低阶的模型拟合,再从多个模型中,选出 AIC 值最小的模型,再进行预测分析。

3.5. Holt-Winters 三参数指数平滑模型

三参数指数平滑模型主要是用来拟合有长期趋势和季节效应的序列。即是说当序列的季节效应、长期趋势效应和随机波动之间有着复杂地相互关联性时,简单的季节加法模型不能充分地提取其中的相关关系。因此需要用到带季节的乘法模型。其中,短期相关性用低阶 ARMA(p,q)模型提取,季节相关性用以周期步长 S 为单位的 ARMA(P,Q)模型提取。其模型结构如下:

$$\nabla^d \nabla_S^D x_t = \frac{\Theta(B)\Theta_S(B)}{\Phi(B)\Phi_S(B)} \varepsilon_t$$

三参数指数平滑加法模型预测:

$$\hat{x}_t(h) = a(t) + b(t) \cdot h + s(t+h)$$

三参数指数平滑乘法模型预测:

$$\hat{x}_t(h) = [a(t) + b(t) \cdot h]s(t+k)$$

4. 数据来源与处理

本文数据来源于国家统计局。本文根据 1996 年 1 月至 2021 年 10 月的我国的货物进出口总值的数据,建立 ARIMA 模型和指数平滑模型,进行时间序列分析,并对其进行预测。其中进出口数据来源于海关

总署。

1996~2021 年的我国的货物进出口总值的数据整体上呈现出上升趋势。但是在 2009 年出现下降，考虑到可能是 2008 年金融危机的冲击，对我国货物进出口造成了影响。其中，由于近年来受疫情因素的影响，我国货物进出口总值在 2020 年的 1 月和 2 月的数据缺失，因此采用了线性插值法将其补齐，再进行建模分析。

5. 建模分析

5.1. ARIMA 模型

5.1.1. 平稳性检验

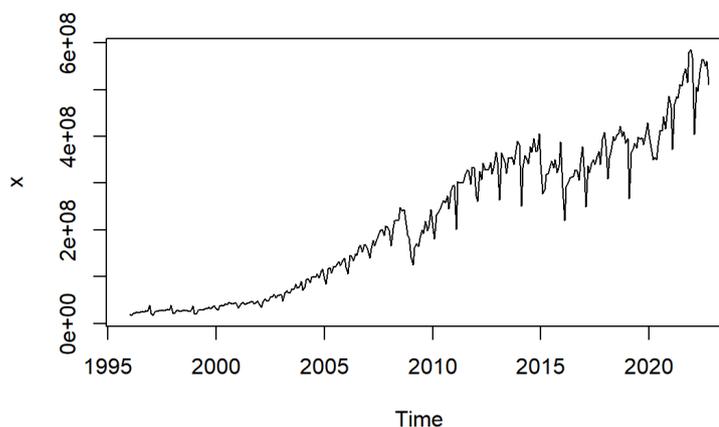


Figure 1. Time sequence of China's goods import and export
图 1. 我国货物进出口额时序图

根据时序图 1，可以看出我国货物进出口贸易数据逐年增加，同时含有季节效应，因此判断其为非平稳时间序列。对我国货物进出口额序列做 1 阶差分用来消除趋势，然后再做 12 步差分消除季节效应的影响，最后做出差分后的我国货物进出口额时序图如图 2 所示。

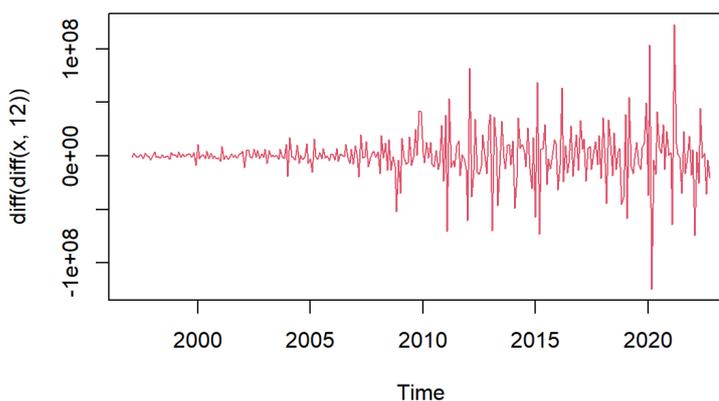


Figure 2. Time sequence diagram of China's goods import and export volume after difference
图 2. 差分后的我国货物进出口额时序图

由图 2 可以看出差分后序列类似平稳。用 ADF 进一步验证其平稳性，如图 3 所示。

```

Type 1: no drift no trend
lag ADF p.value
[1,] 0 -28.3 0.01
[2,] 1 -16.3 0.01
[3,] 2 -12.3 0.01
Type 2: with drift no trend
lag ADF p.value
[1,] 0 -28.3 0.01
[2,] 1 -16.3 0.01
[3,] 2 -12.3 0.01
Type 3: with drift and trend
lag ADF p.value
[1,] 0 -28.2 0.01
[2,] 1 -16.3 0.01
[3,] 2 -12.3 0.01
----
Note: in fact, p.value = 0.01 means p.value <= 0.01

```

Figure 3. ADF inspection

图 3. ADF 检验

由图 3 可以看出，差分后其 P 值都小于 0.05，因此可认为差分后平稳。

5.1.2. 纯随机性检验

再对其做随机性检验，检验结果如图 4 所示。

```

Box-Ljung test

data: diff(diff(x, 12))
X-squared = 68.176, df = 6, p-value = 9.671e-13

```

```

Box-Ljung test

data: diff(diff(x, 12))
X-squared = 123.08, df = 12, p-value < 2.2e-16

```

Figure 4. White noise test

图 4. 白噪声检验

由图 4 可以看出，其 P 值小于 0.05，拒绝原假设是白噪声，因此认为 1 阶 12 步差分后的我国货物进出口值的序列是一个非白噪声序列，因此可以继续建立模型。

5.1.3. ARIMA 模型拟合

接下来进行拟合模型，差分后的自相关图和偏自相关图如图 5 所示。

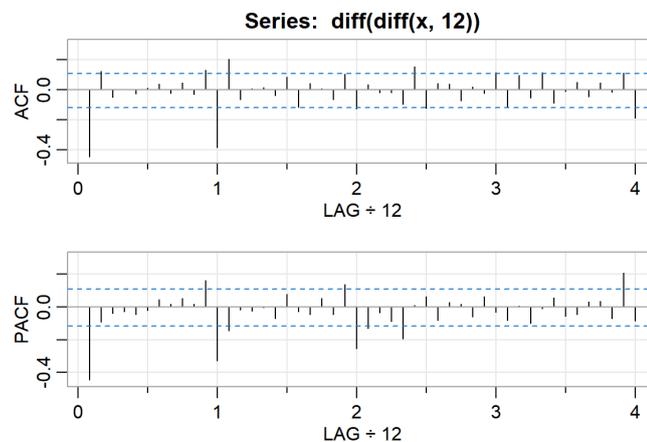


Figure 5. Autocorrelation chart and partial autocorrelation chart after difference of import and export values of China's goods

图 5. 我国货物进出口值差分后的自相关图和偏自相关图

通过图 5，可以了解到我国货物进出口值差分后，其自相关图显示序列中仍含有显著的季节效应。即是说延迟 1 阶的自相关系数也显著大于 2 倍标准差，这说明在差分后，我国货物进出口值序列还具有短期相关性，观察偏自相关图也可以得到相同的结果，都是跨周期拖尾，说明还有很多信息没有提取出来。然后拟合各种 ARMA 模型，拟合效果均不理想，其残差通不过白噪声检验。这说明简单的季节加法模型不适合，因此采用季节乘法模型来拟合该序列。

由于 12 阶以内的自相关系数和偏自相关系数均不截尾，再考虑季节自相关特征，我们考虑要拟合的乘积模型为 ARIMA(1,1,1)x(0,1,1)₁₂ 模型、ARIMA(1,1,1)x(0,1,2)₁₂ 模型、ARIMA(1,1,1)x(1,1,0)₁₂ 模型、ARIMA(1,1,2)x(0,1,1)₁₂ 模型。

Table 2. AIC values of each model

表 2. 各模型的 AIC 值

模型	AIC
ARIMA(1,1,1)x(0,1,1) ₁₂ 模型	11198.66
ARIMA(1,1,1)x(0,1,2) ₁₂ 模型	11200.66
ARIMA(1,1,1)x(1,1,0) ₁₂ 模型	11249.28
ARIMA(1,1,2)x(0,1,1) ₁₂ 模型	11200.07

从表 2 的结果中发现 ARIMA(1,1,1)x(0,1,1)₁₂ 模型的 AIC 值最小，其拟合的结构为：

$$\nabla \nabla_{12x} = \frac{1-0.333B}{1+0.1626B} (1-0.6725B^{12}) \varepsilon_t, \text{Var}(\varepsilon_t) = 3.057 \times 10^{14}$$

5.1.4. 模型检验

对拟合模型进行检验，结果如图 6 所示。

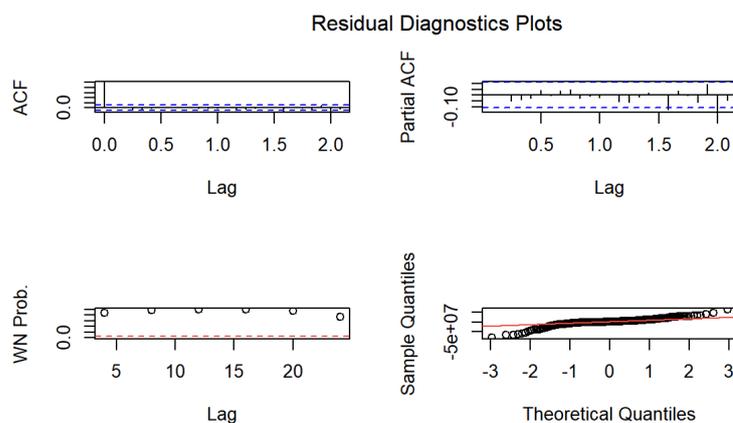


Figure 6. Significance inspection chart of fitting model of China's import and export value series

图 6. 我国货物进出口值序列拟合模型显著性检验图

从图 6 中可以明显的看出残差为白噪声，同时系数均显著非零，这说明该模型的拟合效果较好，相关信息的提取足够充分。

5.1.5. 模型预测

最后进行模型的预测，其效果如图 7 所示。

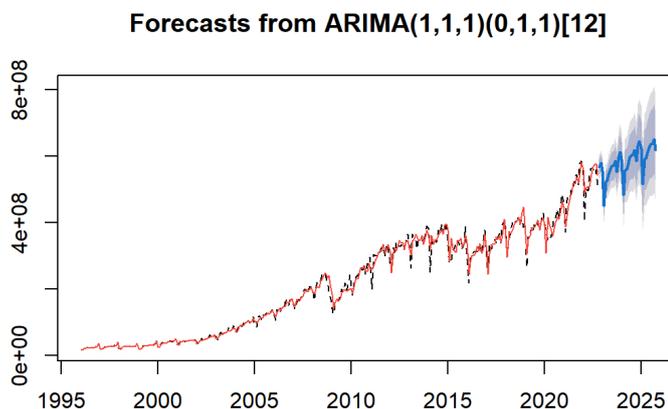


Figure 7. Effect chart of ARIMA model predicting China's import and export value series

图 7. ARIMA 模型预测我国货物进出口值序列效果图

通过图 7，可以了解到拟合的效果良好，其中黑色的虚线部分为序列真实值，红色的线为估计值，蓝色的线为之后三年的预测值，深色阴影部分表示的是预测值在 80%置信区间，浅色阴影部分为 95%置信区间。其预测部分结果如图 8 所示。

	Point Forecast	Lo 80	Hi 80	Lo 95	Hi 95
Nov 2022	567580021	545172579	589987462	533310796	601849245
Dec 2022	579689842	554592678	604787005	541307042	618072641
Jan 2023	556540238	528225841	584854635	513237105	599843371
Feb 2023	451322980	420243463	482402496	403790961	498854999
Mar 2023	523892372	490256196	557528548	472450280	575334464
Apr 2023	527916565	491907553	563925577	472845533	582987596
May 2023	544882392	506647095	583117689	486406551	603358232
Jun 2023	563134716	522795880	603473552	501441791	624827641
Jul 2023	571294257	528956257	613632257	506543874	636044641
Aug 2023	571809058	527562129	616055986	504139220	639478895
Sep 2023	585529994	539453154	631606833	515061548	655998439
Oct 2023	552933504	505096702	600770306	479773429	626093580
Nov 2023	599284779	547360160	651209398	519872927	678696631
Dec 2023	612961482	558460714	667462250	529609750	696313213
Jan 2024	589557175	532422029	646692321	502176509	676937840
Feb 2024	484381320	424755571	544007069	393191606	575571034
Mar 2024	556943981	494923276	618964687	462091498	651796465
Apr 2024	560969269	496643386	625295151	462591321	659347216
May 2024	577934918	511383550	644486285	476153384	679716451
Jun 2024	596187271	527482485	664892057	491112368	701262173
Jul 2024	604346807	533554074	675139540	496078665	712614950
Aug 2024	604861608	532040770	677682447	493491747	716231470
Sep 2024	618582544	543788575	693376514	504195039	732970049
Oct 2024	585986055	509269686	662702424	468658493	703313616
Nov 2024	632337330	551832833	712841826	509216327	755458332
Dec 2024	646014033	562873850	729154215	518862097	773165969

Figure 8. Partial forecast values of China's import and export value series

图 8. 我国货物进出口值序列部分预测值

从图 8 中的预测结果可以知道我国的货物进出口值在未来也是稳定上升的。

5.2. Holt-Winters 三参数指数平滑模型

在之前判断过该序列有趋势效应和季节效应，且趋势效应和季节效应适用乘法模型，为了对比分析，还对我国的货物进出口值建立了 Holt-Winters 三参数指数平滑模型进行预测分析。在建模过程中没有特别指定平滑系数的值，所以 R 基于最优拟合原则计算出平滑系数：

$$\alpha = 0.4332801, \beta = 0.007498897, \gamma = 0.335181$$

得到三个参数的最后迭代值为:

$$a(t) = 5.078294 \times 10^8, b(t) = 1.711769 \times 10^6$$

参数 $c(t)$ 的最后 12 个估计值对应的是 12 个月的季节指数, 如表 3 所示。

Table 3. Seasonal index corresponding to 12 months

表 3. 12 个月对应的季节指数

月份 j	季节指数 S_j
s1	1.111734
s2	1.140238
s3	1.04473
s4	0.7955902
s5	0.9600864
s6	0.981374
s7	1.018573
s8	1.046461
s9	1.068102
s10	1.070205
s11	1.101524
s12	1.026045

该序列向前的任意 K 期预测值为:

$$\hat{x}_{t+k} = (507829400 + 1711769k)S_j, \forall k \geq 1, \text{ 其中 } j \text{ 为 } t+K \text{ 期对应的季节。}$$

接下来运用该模型对未来的进出口值进行预测, 预测图如图 9 所示。

Forecasts from HoltWinters

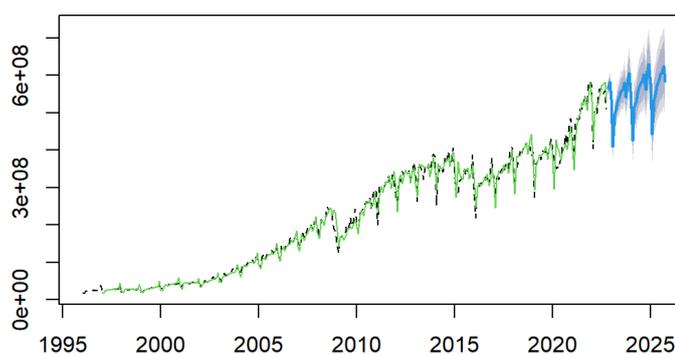


Figure 9. Effect chart of using holt winters three parameter exponential smoothing model to predict the import and export value series of China's goods

图 9. 用 Holt-Winters 三参数指数平滑模型预测我国货物进出口值序列效果图

从图 9 中可以看出我国的货物进出口值也是有规律的上涨的, 其中绿色的线是拟合值, 蓝色的线是

未来 36 个月的预测值，虚线是真实值。拟合效果看起来也是较好的。用拟合的模型做 36 期月度的预测，部分预测值见图 10。

	Point Forecast	Lo 80	Hi 80	Lo 95	Hi 95
Nov 2022	566474473	552684350	580264596	545384300	587564646
Dec 2022	582949878	565970236	599929520	556981756	608918000
Jan 2023	535909605	517145064	554674146	507211716	564607494
Feb 2023	409471617	391043846	427899388	381288774	437654461
Mar 2023	495777370	472392595	519162145	460013443	531541297
Apr 2023	508449925	482646104	534253746	468986386	547913464
May 2023	529466547	500994779	557938314	485922736	573010357
Jun 2023	545754283	514880708	576627857	498537225	592971340
Jul 2023	558868584	525794671	591942496	508286400	609450768
Aug 2023	561800806	527097409	596504203	508726541	614875071
Sep 2023	580127495	542992945	617262045	523335101	636919889
Oct 2023	542131957	508556397	575707516	490782570	593481344
Nov 2023	589310867	548836296	629785437	527410353	651211380
Dec 2023	606371763	563637393	649106133	541015184	671728343
Jan 2024	557369644	516416387	598322902	494737042	620002246
Feb 2024	425814021	391721524	459906518	373674046	477953996
Mar 2024	515498728	474129546	556867909	452230025	578767431
Apr 2024	528608556	485097064	572120048	462063472	595153641
May 2024	550389301	504114179	596664424	479617608	621160994
Jun 2024	567249888	518570863	615928914	492801743	641698033
Jul 2024	580808709	529978463	631638955	503070556	658546862
Aug 2024	583784126	531645935	635922316	504045645	663522607
Sep 2024	602754158	548011881	657496435	519033071	686475245
Oct 2024	563208180	513641043	612775317	487401786	639014575
Nov 2024	612147260	554418946	669875575	523859422	700435098
Dec 2024	629793649	569588807	689998491	537718288	721869009

Figure 10. Forecast of China’s cargo import and export value series by Holt Winters three parameter exponential smoothing model

图 10. 用 Holt-Winters 三参数指数平滑模型预测我国货物进出口值序列值

从图 10 中可以看出该模型的预测值也是稳定上升的。

5.3. 两模型的对比分析

为了研究 ARIMA 模型和 Holt-Winters 三参数指数平滑模型谁的预测效果更好，本文选取了我国货物进出口值 2021 年 11 月至 2022 年 10 月的拟合值与真实值做对比，结果如表 4 所示。

Table 4. Comparison between the true value and the fitted value of the two models (unit: USD 1000)

表 4. 两模型真实值与拟合值对比(单位：千美元)

年份	真实值	ARIMA 模型拟合值	相对误差	三参数指数模型拟合值	相对误差
2021 年 11 月	579339168	549488813	5.15%	546577665	5.65%
2021 年 12 月	586534153	582102855	0.76%	583015332	0.60%
2022 年 1 月	569200293	560265052	1.57%	531162367	6.68%
2022 年 2 月	404249368	488688605	20.89%	428966002	6.11%
2022 年 3 月	504788873	505753980	0.19%	500003032	0.95%
2022 年 4 月	496120251	508554447	2.51%	520824715	4.98%
2022 年 5 月	537735611	508291622	5.48%	523866586	2.58%
2022 年 6 月	564587051	536038374	5.06%	545501505	3.38%
2022 年 7 月	564661249	565098952	0.08%	572510283	1.39%
2022 年 8 月	550447670	574447887	4.36%	575689764	4.59%
2022 年 9 月	560767084	577376562	2.96%	582604697	3.89%
2022 年 10 月	511589600	542597351	6.06%	536714290	4.91%

从表 4 中可以看出,用 ARIMA 模型拟合的过去一年的相对误差值为 55.06%, Holt-Winters 三参数指数平滑模型拟合的过去一年的相对误差值为 45.72%, 从结果来看 Holt-Winters 三参数指数平滑模型的拟合效果稍微更好一点。

6. 结论建议

从两个模型的结果来看,两个模型的拟合效果都是不错的。相对而言,我国货物进出口数据在 Holt-Winters 三参数指数平滑模型的拟合效果稍微好一点。在两个模型的预测中,对我国出口数据的预测的总体趋势都是带有季节效应的向上的,也符合实际情况。在后疫情时代,我国对外贸易面临着很大的挑战,对于出口来说肯定面临着不小的阻碍,但与此同时也面临着巨大的机遇。我国应该保持积极的出口态度,调整适合我国的出口策略,才能对我国的经济增长有一个正向的影响。

参考文献

- [1] 姚丽芳. 对外贸易对我国经济增长的贡献分析[J]. 统计研究, 2001(9): 20-22.
- [2] 何婷婷. 我国进出口贸易总额影响我国国民生产总值的实证研究[J]. 纳税, 2017(15): 64+67.
- [3] 程兰芳, 陆敏. 中国服务贸易进出口规模的 ARIMA 模型和预测[J]. 黑龙江对外经贸, 2010(12): 25-27.
- [4] 敬久旺. 基于 ARIMA 乘积季节模型的我国海关进出口商品总值的时间序列分析[J]. 技术与市场, 2011, 1(7): 8-11+13
- [5] 沈汉溪, 林坚. 基于 ARIMA 模型的中国外贸进出口预测: 2006-2010 [J]. 国际贸易问题, 2007(6): 24-26.
- [6] 段鹏. 我国商品进出口: 基于 SARIMA 模型的预测[J]. 华中师范大学学报(人文社会科学版), 2009, 48(1): 60-66.
- [7] 张蕾, 孙德山. 基于组合模型的进出口贸易总额预测[J]. 江苏商论, 2019(2): 57-59+66.