

基于ARIMA(1,2,1)模型的纺织行业PPI预测研究

高 阳

青岛大学数学与统计学院, 山东 青岛

收稿日期: 2025年1月17日; 录用日期: 2025年2月21日; 发布日期: 2025年3月6日

摘 要

本文基于国家统计局官网关于纺织行业2018年01月~2023年12月的工业生产者出厂价格指数(PPI)数据, 运用时间序列分析方法构建了ARIMA(1,2,1)模型, 并对该模型进行了深入的拟合分析。利用所建立的模型对2024年全年12个月的PPI月度数据进行预测, 并将预测结果与实际值进行对比, 结果显示预测值的相对误差远低于5%, 充分验证了模型具有良好的拟合度和预测精度。此外, 在进行未来预测时, 需要充分考虑外部因素的影响, 并对模型进行适时的调整和优化, 以提高预测的准确性和可靠性。

关键词

生产者出厂价格指数, 纺织行业, ARIMA模型, 时间序列分析

Research on PPI Prediction in the Textile Industry Based on ARIMA(1,2,1) Model

Yang Gao

School of Mathematics and Statistics, Qingdao University, Qingdao Shandong

Received: Jan. 17th, 2025; accepted: Feb. 21st, 2025; published: Mar. 6th, 2025

Abstract

Based on the data of the Producer Price Index (PPI) of the textile industry from January 2018 to December 2023 from the official website of the National Bureau of Statistics, this paper constructs the ARIMA(1,2,1) model using the time series analysis method, and conducts an in-depth fitting analysis of the model. By using the established model to predict the PPI monthly data for the whole year of 2024 for 12 months, and comparing the prediction results with the actual values in detail, the results show that the relative error of the predicted value is far less than 5%, which fully verifies

that the model has good fit and prediction accuracy. In addition, when making future predictions, it is necessary to fully consider the influence of external factors and adjust and optimize the model in a timely manner to improve the accuracy and reliability of the prediction.

Keywords

Producer Price Index, Textile Industry, ARIMA Model, Time Series Analysis

Copyright © 2025 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. 引言

工业生产者出厂价格指数(PPI)指一定时期内工业企业产品第一次出售时的出厂价格总水平的变动趋势和变动幅度的相对数,它反映了工业企业产品出厂价格的变化趋势和波动幅度[1]。PPI 的波动对于经济持续增长、通货膨胀产业结构的调整等方面都具有重要影响。特别是在当前全球经济一体化和市场竞争激烈以及激烈的背景下,PPI 的出现不仅关系到企业的生产成本和利润空间,还直接影响到消费者的购买力和市场的整体运行前期。

纺织行业作为国民经济的重要推动者之一,其价格水平的稳定性与否直接关系到整个产业链的健康发展。为了更深入地把握纺织行业未来的价格走势,预测市场变化,进而指导企业的生产经营决策,对纺织行业的 PPI 进行深入研究与分析。本文通过收集整理 2018 年 1 月至 2024 年 4 月的纺纺织行业生产者价格指数数据,构建出符合纺织行业特点的 PPI 的 ARIMA(1,2,1)模型。这个模型不仅能够揭示纺织行业 PPI 的历史演变规律,还能够对未来的价格走势进行精准预测。

利用 ARIMA(1,2,1)时间序列分析模型,我们能够深入剖析纺织行业价格波动的内在规律,为纺织企业精准预测未来产品价格走势,从而提供科学、明智的价格策略建议。这使得企业能够未雨绸缪,提前调整生产计划、库存管理以及市场定位,有效规避因价格波动带来的市场风险,确保经营稳健。同时,这一高精度的预测结果也为政府部门在纺织行业政策制定上提供了坚实的数据基础,有助于政府更加精准地把握行业发展脉搏,制定出更加符合实际、有利于行业长远发展的政策措施,引导纺织行业朝着更加健康、可持续的方向迈进[2]。本文旨在通过 ARIMA(1,2,1)模型,对纺织行业 PPI 进行深入的重要研究与精准预测,以为行业内的企业与政府部门提供价值的参考信息,共同推动纺织行业持续健康发展。

2. ARIMA 模型

2.1. ARIMA 模型原理

ARIMA 模型全称为自回归移动平均模型(Autoregressive Integrated Moving Average model, 简记 ARIMA),是由博克斯(Box)和詹金斯(Jenkins)于 70 年代初提出的著名时间序列预测方式,所以又称为 Box-Jenkins 模型、博克斯-詹金斯法[3]。ARIMA 模型主要针对的是平稳时间序列,但在实际生活中,大部分时间序列都是非平稳的。因此,需要通过差分将其转化为平稳时间序列,然后建立 ARIMA 模型完成数据建模及预测。

在 ARIMA(p,d,q)中,AR 是自回归,p 表示自回归阶数,即当前值与前几个时刻值的线性关系;MA 为移动平均,q 为移动平均阶数,即当前值与过去几个时刻值的线性组合关系;d 为时间序列成为平稳时

所做的差分次数。ARIMA 模型的公式为

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 y_{t-1} + \beta_2 y_{t-2} + \cdots + \beta_p y_{t-p} + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \theta_2 \varepsilon_{t-2} + \cdots + \theta_q \varepsilon_{t-q} .$$

ARIMA 模型可分为 3 种：(1) 自回归模型(简称 AR 模型)；(2) 滑动平均模型(简称 MA 模型)；(3) 自回归滑动平均混合模型(简称 ARIMA 模型)。ARIMA 模型的基本思想是融合 AR 和 MA 模型的优势，认为一个时间点上的数值不仅受数值的影响，还受过去偶然事件的影响。具体来说，ARIMA 模型不支持 AR 模型“历史”因为，现实中，它也不同于 MA 模型假设的“时间序列完全由随机因素且决定保持稳定”的时间序列往往难以维持长期的稳定性。

ARIMA 模型通过结合自回归模型(AR)和移动平均模型(MA)，以及必要的积分过程(I)，来更全面地描述时间序列的变化规律。它认为时间序列的数值是围绕着一个大趋势的而波动的，这个大趋势是由过去的历史数值所决定的，而波动是由一系列偶然事件或随机相关所引起的。而且，这个大趋势本身并不一定是稳定的，它可能会随着波动着时间的同时发生变化。这样的想象使得 ARIMA 模型能够更灵活地处理各种类型的时间序列数据，无论是具有无数历史趋势的数据，还是包含临时、突发变化或噪声增量的数据，都能得到较好的处理因此，ARIMA 模型在实际应用中具有广泛的适用性和准确性。

2.2. ARIMA 模型构建

ARIMA 模型的构建过程，需要遵循一系列严谨的步骤以保证预测的准确性。以下是 ARIMA 模型构建的完整流程：

- 1) 检验随机性假设，验证时间序列数据是否满足随机性要求。
- 2) 检验平稳性假设。平稳性是 ARIMA 模型应用的前提。通过 ADF (Augmented Dickey-Fuller) 单位根检验、KPSS (Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin) 检验等方法，判断时间序列是否平稳。若时间序列不平稳，需通过差分处理达到平稳状态，此时模型等于 ARIMA(p,d,q)。
- 3) 确定参数 p 和 q。基于自相关函数(ACF)和偏自相关函数(PACF)的图形分析，确定自回归阶数 p 和移动平均阶数 q。ACF 图显示了时间序列与自身滞后版本之间的相关性，而 PACF 图则揭示了中断中间滞后项影响后的直接相关性。通过观察这两个图形的衰减模式和中断尾/拖尾特性，可以辅助确定 p 和 q 的值[4]。
- 4) 估计 ARIMA 模型(p,q)的系数。在确定了 p 和 q 后，接下来需要估计 ARMA 模型(p,q)的系数。这通常通过最小二乘法(OLS)或最大似然估计法(MLE)来完成。OLS 方法适用于线性模型，而 MLE 方法则更适用于极端复杂的情况，并且能够提供更为准确的参数估计和模型选择标准(如 AIC、BIC 等) [5]。
- 5) 模型诊断与验证。模型诊断是确保模型有效性的关键步骤。主要通过对残差的分析来进行，包括残差的白噪声检验[6]。若残差序列表现白噪声特征(即无显著的自相关性)，则表明模型已充分捕获了时间序列中的信息。另外，还可以通过比较模型的预测值与实际初始值，评估模型的预测精度和适用性。
- 6) 模型应用与优化。一旦模型通过诊断，即可利用其进行时间序列的预测和分析。在实际应用中，可能需要根据预测结果和实际需求对模型进行优化，以达到最佳的预测效果。

通过以上步骤，我们可以系统地构建并验证 ARIMA 模型，为时间序列数据的分析和预测提供充足的工具。在纺织行业 PPI 的预测中，这个流程同样适用，能够帮助我们更准确地把握价格走势，为企业的生产经营决策和政府的制定政策提供科学依据。

2.3. ARIMA 模型与其他预测模型的比较

ARIMA(p,d,q)模型的优点是灵活性强，可以通过调整参数(p,d,q)来适应各种不同类型的时间序列数据，包括季节性、趋势性等；而它的缺点在于模型的选择和定阶过程相对复杂，需要借助统计检验(如 ACF、

PACF 等)来确定最佳的参数组合。

其他时间序列预测模型如 Prophet 模型、Holt-Winters 模型等，在某些特定场景下可能优于 ARIMA 模型。例如，Prophet 模型在处理具有复杂趋势和季节性变化的时间序列数据时表现出色；Holt-Winters 模型则特别适用于具有明显季节性和趋势性的数据。其实，每种模型都有其适用的范围和限制，需要根据具体的数据特性和预测需求进行选择。

3. 实例分析

3.1. 数据来源

本文数据均来自国家统计局官网(<https://data.stats.gov.cn/easyquery.htm>)，数据真实、可靠。为深入研究纺织行业 PPI 的发展趋势，并预测未来几年的纺织行业 PPI，本文以 2018 年 01 月~2023 年 12 月的纺织行业 PPI 为依据，通过应用时间序列模型 ARIMA 对 PPI 数据进行分析拟合预测。数据如表 1 所示：

Table 1. PPI of textile industry from January 2018 to December 2023

表 1. 2018 年 01 月~2023 年 12 月的纺织行业 PPI

时间	PPI	时间	PPI	时间	PPI
201801	102.1	202001	96.9	202201	108.7
201802	101.7	202002	96.9	202202	108.2
201803	101.7	202003	96.6	202203	106.7
201804	101.7	202004	95.2	202204	106.2
201805	102.0	202005	94.3	202205	105.6
201806	102.3	202006	94.2	202206	105.7
201807	102.5	202007	93.7	202207	104.3
201808	103.2	202008	93.9	202208	102.4
201809	103.4	202009	93.7	202209	101.2
201810	103.3	202010	94.4	202210	99.3
201811	102.9	202011	95.1	202211	97.6
201812	101.7	202012	96.1	202212	97.2
201901	101.4	202101	97.4	202301	96.4
201902	101.2	202102	98.2	202302	95.9
201903	101.0	202103	100.2	202303	95.5
201904	100.8	202104	101.8	202304	95.3
201905	100.6	202105	103.1	202305	95.3
201906	99.6	202106	104.1	202306	95.0
201907	99.1	202107	105.5	202307	95.7
201908	97.9	202108	106.8	202308	96.7

续表

201909	97.1	202109	107.7	202309	97.6
201910	96.4	202110	108.8	202310	98.1
201911	96.6	202111	109.5	202311	98.5
201912	96.7	202112	109.1	202312	98.5

3.2. 模型的建立

首先，检验该时间序列数据随机性及平稳性。若数据存在明显的趋势或季节性，差分操作可以帮助消除这些非平稳特性，使得数据更适合进行 ARIMA 建模。结合图 1 就可初步判断纺织行业 PPI 时间序列是非平稳的，再经过一阶差分和二阶差分时间序列对比分析，可得二阶差分时间序列相对平稳。而后，进行 Ljung-Box 检验，此时的 p 值为 $0.001788 < 0.05$ ，该序列可拒绝纯随机性的原假设，说明数据的波动有统计规律。由上述分析可知，二阶差分后的序列可通过平稳性检验和随机性检验。

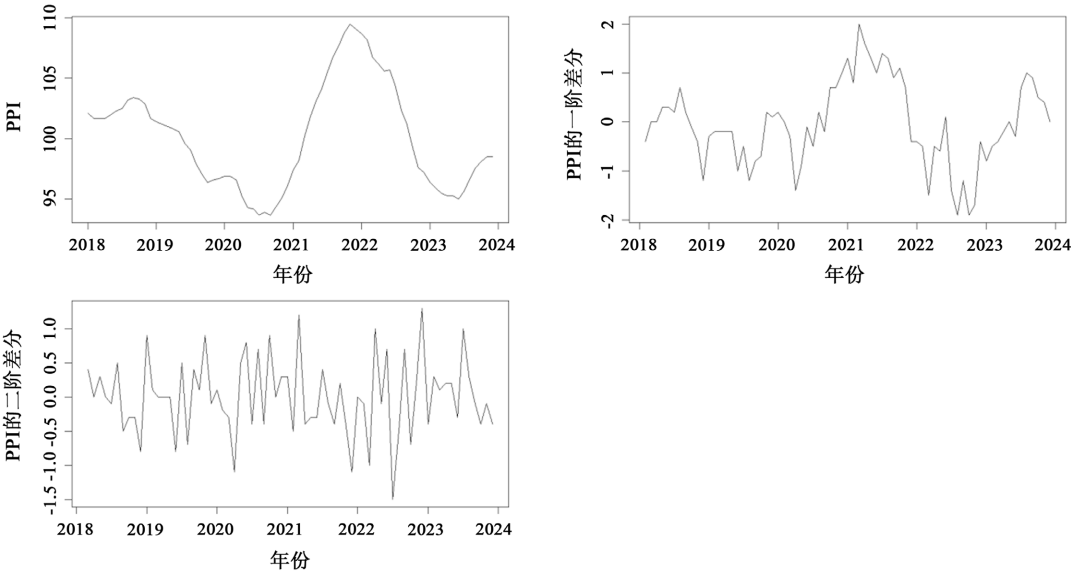


Figure 1. PPI of the textile industry and its first-order and second-order difference time series
图 1. 纺织行业的 PPI 及其一阶二阶差分时间序列图

再根据图 2 的 ACF 和 PACF 图，判断得 $q=1$ ， $p=1$ 。

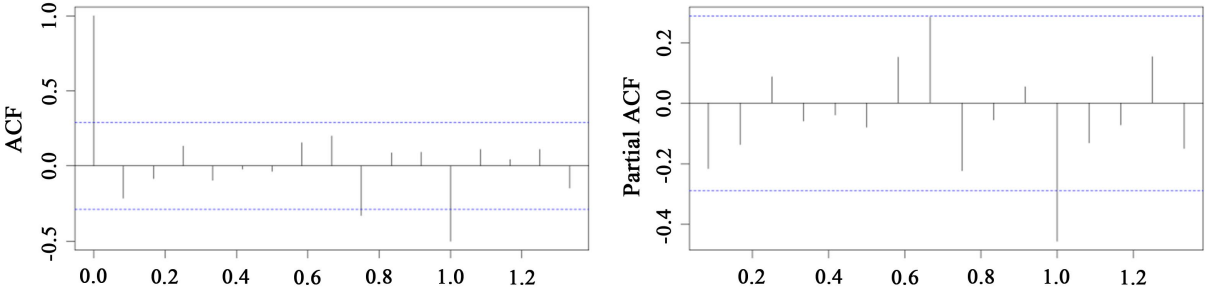


Figure 2. ACF and PACF of second-order difference PPI
图 2. 二阶差分 PPI 的 ACF 和 PACF 图

此时，纺织业 PPI 的最优模型为 ARIMA(1,2,1)，此模型意味着当前值与其一个过去值有关(自回归阶数为 1)，数据需要经过二阶差分才能达到平稳(差分阶数为 2)，并且当前误差项与一个过去误差项有关(移动平均阶数为 1)。R 软件输出的此 ARIMA(1,2,1)模型的 AIC (Akaike 信息准则) = 124.26，BIC (贝叶斯信息准则) = 131.17。

2018 年 01 月到 2023 年 12 月的拟合图见图 3，公式为

$$y_t - y_{t-1} = -0.2041(y_{t-1} - y_{t-2}) - 0.0649\varepsilon_{t-1}.$$

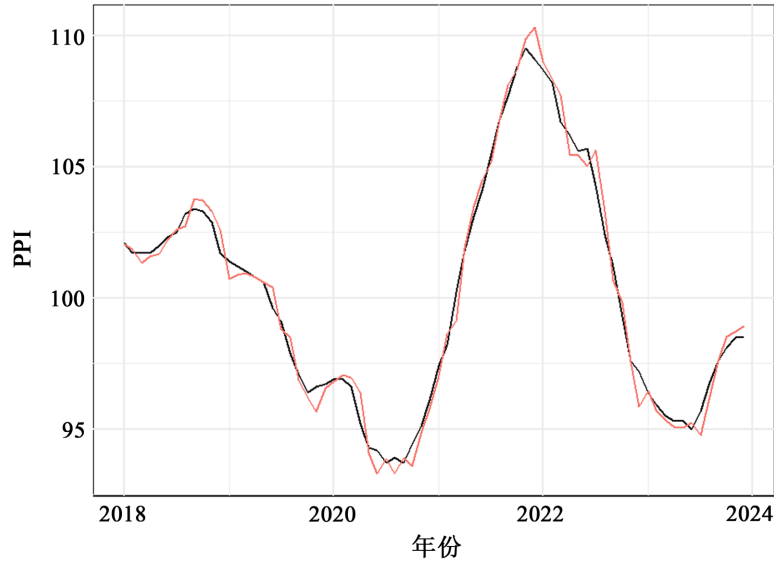


Figure 3. ARIMA model fitting diagram of textile industry PPI
图 3. 纺织业 PPI 的 ARIMA 模型拟合图

3.3. 纺织业 PPI 预测

根据上述步骤，我们首先选取 2018 年 01 月~2023 年 12 月的纺织业 PPI 数据作为测试集，用已建立的 ARIMA(1,2,1)模型用来预测未来 2 年的纺织业 PPI 情况，并将 2024 年 01 月~2024 年 12 月的预测值与真实值对比，观察相对误差的情况。真实值与预测值的对比情况如表 2 所示：

Table 2. Comparison table of relative errors of PPI in the textile industry from January 2024 to December 2024
表 2. 2024 年 01 月~2024 年 12 月的纺织行业 PPI 相对误差对比表

时间	PPI 预测值	PPI 真实值	相对误差
202401	98.6	98.9	0.30%
201802	98.7	99.2	0.50%
201803	98.8	99.3	0.50%
201804	98.9	99.4	0.50%
202405	99.0	99.4	0.40%
202406	99.0	99.3	0.30%
202407	99.2	99.3	0.10%

续表

202408	99.2	99.0	0.20%
202409	99.3	98.5	0.81%
202410	99.4	98.3	1.11%
202211	99.5	98.1	1.43%
202212	99.6	98.3	1.32%

相对误差整体处于较低水平，大部分误差(9 组)均在 1%以下，表明预测模型在多数情况下具有较高的准确性。但相对误差呈现出逐渐增大的趋势。前 8 组数据的相对误差均较小，且波动不大，保持在 0.5% 以下或略高；然而，从第 9 组数据开始，相对误差明显增大，最后两组数据更是达到了 1.43%和 1.32%。

可能的原因有：

(1) 数据特异性：随着年份的增加，可能出现了一些特异性数据或异常情况，导致预测难度增加，从而使得相对误差增大。

(2) 模型局限性：预测模型可能存在一定的局限性，对于某些特定年份或数据特征可能无法完全捕捉，导致预测误差增大。

(3) 外部因素影响：在 PPI 的预测中，除了考虑历史数据及其内在趋势外，外部因素如政策变动和国际市场波动同样起着至关重要的作用。这些因素在 ARIMA(1,2,1)模型中可能难以完全捕捉，因此需要在预测过程中给予特别关注。政策变动，尤其是与纺织行业相关的税收政策、环保政策以及国际贸易政策等，会直接影响纺织企业的生产成本和市场环境。例如，当政府实施更为严格的环保标准时，纺织企业可能需要投入更多资金用于污染治理和技术升级，从而导致生产成本上升，PPI 随之上涨。此外，国际贸易政策的变化，如关税调整、贸易壁垒的设置等，也会影响纺织产品的出口价格 and 市场需求，进而对 PPI 产生影响。这些因素在 ARIMA 模型中可能无法直接体现，因此需要在预测后进行适当的调整。国际市场波动同样对 PPI 具有显著影响。全球经济环境的变化、主要经济体的货币政策调整、以及国际大宗商品价格的波动等，都会通过影响原材料价格、汇率以及国际市场需求等渠道，间接作用于纺织行业的 PPI [7]。例如，当国际大宗商品价格上涨时，纺织企业所需的原材料成本也会相应增加，从而推高 PPI。此外，汇率的波动也会影响纺织产品的国际竞争力，进而影响 PPI 的走势。这些因素同样需要在 ARIMA 模型预测的基础上进行额外考虑。再考虑现实因素，2020~2022 年国内外在处于新冠疫情期间，供应链中断与原材料短缺、需求变化与市场不确定性、生产成本上升、政策与贸易环境以及通货膨胀压力等多方面因素。这些因素相互交织、共同作用，推动了纺织业 PPI 的快速上涨[8] [9]。这些因素在 ARIMA 模型中可能难以完全反映，因此仅参考最近几年的 PPI 数据进行预测具有一定的局限性。为了更准确地预测 PPI 的走势，需要综合考虑历史数据、外部因素以及行业发展趋势等多方面信息。

综上所述，虽然预测模型在多数情况下具有较高的准确性，但仍存在改进空间。通过优化模型、加强数据监控和考虑外部因素等措施，可以进一步提高预测的准确性。

3.4. 模型优化策略

对于 PPI 的 ARIMA(1,2,1)模型的未来优化，具体策略包括引入季节性调整和外生变量的加入等。

首先，引入季节性调整是一个重要的优化方向。由于 PPI 等时间序列数据往往具有季节性波动的特点，因此在 ARIMA 模型中引入季节性成分，将模型转变成 ARIMA(1,2,1)(P,D,Q) [10]可以更好地捕捉这些周期性变化，从而提高预测的准确性。这通常涉及到在 ARIMA 模型的基础上增加季节性自回归和季

节性移动平均部分，以充分反映数据的季节性特征。

其次，外生变量的加入也是提升 ARIMA 模型预测性能的关键策略。在实际应用中，PPI 的变动往往受到多种外部因素的影响，如政策变动、国际市场波动、原材料价格变化等。通过将这些外部变量作为解释变量引入 ARIMA 模型，可以显著提高模型的预测精度和鲁棒性。这些外部变量可以通过回归分析、机器学习算法等方式与 ARIMA 模型相结合，以捕捉它们对 PPI 的潜在影响。

综上所述，引入季节性调整和外生变量的加入是优化 ARIMA 模型、提高 PPI 预测准确性的有效策略，这些优化方法能够更全面地反映数据的内在规律和外部影响因素，从而为决策者提供更加准确和可靠的预测结果。

4. 结论

本文通过构建 ARIMA(1,2,1)模型，对纺织业的 PPI (生产者价格指数)进行了深入的分析与预测。研究选取了纺织业近几十年的 PPI 数据作为测试集，利用 ARIMA(1,2,1)模型对未来几年纺织业的 PPI 走势进行了科学预测。从模型的测试效果来看，所有预测的相对误差均控制在较低水平，低于 2%，这表明所构建的 ARIMA(1,2,1)模型具有较高的预测精度和可靠性，其预测结果对于纺织业的发展具有重要的参考价值。

通过分析预测结果，我们得出以下几点结论：

首先，ARIMA(1,2,1)模型在纺织业 PPI 的短期预测中表现优异，验证了时间序列分析方法在预测经济指标短期波动方面的有效性。这表明，对于纺织业这类受市场供需、政策调整、原材料价格等多重因素影响的行业，利用时间序列数据进行短期预测是一种行之有效的方法。

其次，ARIMA(1,2,1)模型的构建相对简单，且能够准确捕捉纺织业 PPI 的变化趋势。这一模型方法不仅易于掌握，而且在实际应用中能够迅速给出较为可靠的预测结果，对于纺织企业的生产决策、成本控制以及市场策略制定等方面具有重要的指导意义。

最后，从模型的预测结果中，我们可以清晰地看到可能存在的外部经济环境对纺织业 PPI 产生的显著影响。这提醒我们，在利用 ARIMA(1,2,1)模型进行预测时，需要充分考虑外部因素的变化，如政策调整、市场需求波动、原材料价格变动等，以及这些因素可能对模型预测结果产生的潜在影响。同时，也强调了在经济环境复杂多变的当下，及时、准确地预测纺织业 PPI 的重要性。准确的 PPI 预测不仅能够帮助企业更好地把握市场动态，制定合理的生产计划和定价策略，还能有效降低经营风险，提升企业的市场竞争力。因此，在运用 ARIMA(1,2,1)模型进行预测时，应结合实际经济环境，不断优化模型，以提高预测的准确性和实用性。

综上所述，ARIMA(1,2,1)模型在纺织业 PPI 的预测中展现出了良好的应用前景，为纺织企业的决策提供了有力的数据支持。未来，我们将继续探索和优化这一模型方法，以提高预测的准确性和稳定性，为纺织业的可持续发展贡献更多力量。

参考文献

- [1] 耿强. 基于 ARIMA 的 PPI 时间序列分析[J]. 改革与开放, 2016(10): 83-84.
- [2] 陶永, 金良琼, 李琼忆等. 基于 ARIMA 模型的生产者价格指数预测[J]. 现代信息科技, 2024, 8(15): 129-133.
- [3] 王燕. 应用时间序列分析[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2005: 38-44.
- [4] 田美雪. ARIMA 模型在山东省 GDP 预测中的应用[J]. 中国管理信息化, 2023, 26(1): 139-141.
- [5] 严彦文. 基于 ARIMA 模型的山东省 GDP 的分析与预测[J]. 数学的实践与认识, 2018, 48(4): 285-292.
- [6] 刘晓宏, 金丕焕, 陈启明. ARIMA 模型中时间序列稳定的统计检验方法及应用[J]. 中国卫生统计, 1998(3): 14-

-
- 16.
- [7] 贾瑞婷. 我国纺织行业发展趋势与策略建议[J]. 纺织科学研究, 2024(12): 63-64.
- [8] 梁尚健, 王瀛. 新冠疫情对我国股债市场的影响研究——基于 ARIMA 模型的视角分析[J]. 中国证券期货, 2024(4): 59-66.
- [9] 任敏, 王晨铭, 严鸿雁. 新冠肺炎疫情对我国医药行业股价影响——基于 ARIMA 模型的关联分析[J]. 北方经贸, 2022(2): 93-96.
- [10] 郭志武, 滕国召, 蒲继红. 基于 ARIMA 模型的季节调整方法及研究进展[J]. 中国医院统计, 2009, 16(1): 65-69.