

Analysis and Forecast of Suzhou's GDP Based on ARIMA Model

Pei Wang

China University of Mining and Technology, Xuzhou Jiangsu
Email: statistics_wang@126.com

Received: Jun. 3rd, 2018; accepted: Jun. 20th, 2018; published: Jun. 27th, 2018

Abstract

Gross Domestic Product (GDP), as an important indicator of national economic operation and monitoring, plays an important role in guiding macroeconomic policies for party committees and governments. This paper selects Suzhou's GDP data from 1978 to 2017, using time series analysis methods and R software. The establishment of an ARIMA model of Suzhou's GDP and a forecast of the Suzhou's GDP from 2018 to 2020 provide a reference for the Suzhou Municipal Party Committee and municipal government to formulate economic development goals and macroeconomic decision-making.

Keywords

GDP, ARIMA Model, Forecast

基于ARIMA模型的宿州市GDP分析与预测

王 佩

中国矿业大学, 江苏 徐州
Email: statistics_wang@126.com

收稿日期: 2018年6月3日; 录用日期: 2018年6月20日; 发布日期: 2018年6月27日

摘 要

国内生产总值(GDP)作为国民经济运行与监测的重要指标, 对于党委政府制定宏观经济政策具有重要的指导作用, 本文选取1978年至2017年宿州市GDP数据, 运用时间序列分析方法和R软件, 建立宿州市GDP的ARIMA模型, 并对2018年至2020年宿州市国内生产总值作出预测, 为宿州市委市政府制定经济发展目标及宏观经济决策提供参考。

关键词

GDP, ARIMA模型, 预测

Copyright © 2018 by author and Hans Publishers Inc.

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

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



Open Access

1. 引言

国内生产总值(GDP)是国民经济核算的核心指标,同时也能很好的衡量一个国家或者地区的国民经济经济发展水平和宏观经济运行状况的重要指标,分析预测国内生产总值(GDP)走势,已经成为政府制定宏观经济政策及宏观经济决策的重要依据和参考。1970年,Box和Jenkins在其联合编著的《Time Series Analysis: Forecasting and Control》一书中,在前人研究的基础上,提出了求和自回归移动平均(ARIMA)模型,系统的阐述了如何对ARIMA模型进行识别、估计、检验以及预测的原理和方法。本文试图利用ARIMA模型对1978至2017年宿州市国内生产总值(GDP)进行分析和建模,并且利用建立的模型对2017年至2020年的国内生产总值(GDP)进行预测,以期为宿州市委市政府制定经济发展目标提供参考。

2. ARIMA模型的结构

ARIMA模型本质上就是差分运算与ARMA模型的组合。考虑非平稳序列 $\{x_t\}$,如果该非平稳序列能通过 d 次差分后变为平稳序列,则满足如下结构的模型称为ARIMA(p,d,q)模型:

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

式中, $\nabla^d = (1-B)^d$; $\Phi(B) = 1 - \phi_1 B - \dots - \phi_p B^p$ 为平稳可逆ARMA(p,q)模型的自回归系数多项式; $\Theta(B) = 1 - \theta_1 B - \dots - \theta_q B^q$ 为平稳可逆ARMA(p,q)模型的移动平均系数多项式[1]。

3. ARIMA模型的建立与检验

3.1. ARIMA模型建立的方法

通过图1的建模流程,我们可以建立ARIMA模型,实现对非平稳时间序列的建模分析。

3.2. 数据的来源与描述

从《宿州五十年》、《宿州统计年鉴》各卷摘取1978至2017年宿州市国内生产总值,见表1。并根据数据作出图2,从中可以看出宿州市GDP序列具有明显的增长趋势,由图3可以看出自相关系数缓慢递减到零,而后变为负值,结合图4显示可以判断宿州市GDP序列为具有增长趋势的非平稳序列。

3.3. 序列的平稳化处理

对于非平稳时间序列,我们往往利用差分使其转化为平稳时间序列。我们对该序列先使用一阶差分,并选用ADF单根检验确定差分序列的平稳性。观察图5所示一阶差分序列,可以看出该序列仍有明显的

增长趋势。在显著性水平取.05时，通过表 2，可以看出 ADF 单根检验结果 $p\text{-Value} > 0.05$ ，可以看出宿州市 GDP 一阶差分序列为非平稳序列[2] [3]。

我们再次对宿州市 GDP 序列进行差分运算，即图 6。从二阶差分序列图可以粗略看出，宿州市 GDP 二阶差分序列是平稳的，ADF 单根检验结果显示，在显著性水平取 0.05 时，该序列是平稳的，见表 3 [4]。

3.4. 模型建立与检验

由以上对于宿州市 GDP 序列的平稳化处理，我们可以确定 ARIMA(p,d,q)模型中的参数 d 为 2。为了

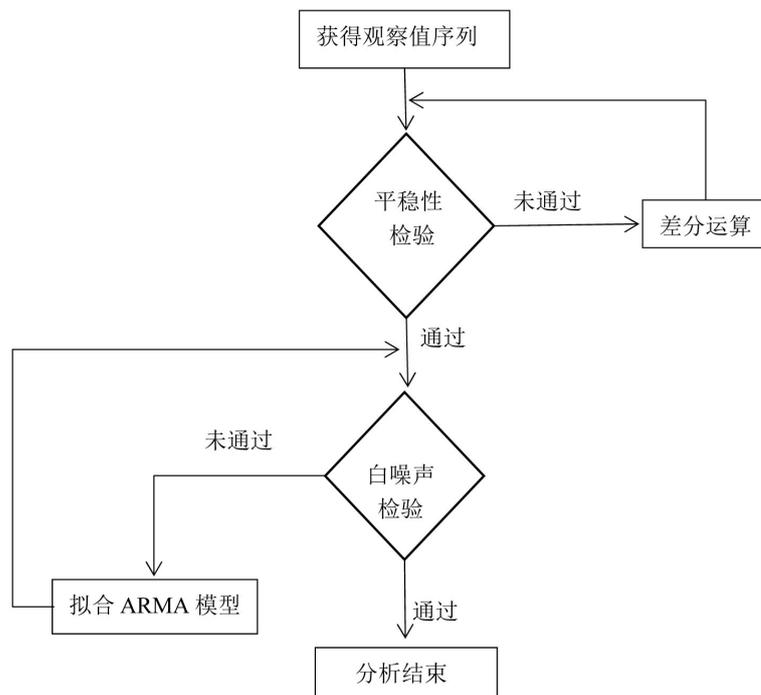


Figure 1. Modeling process
图 1. 建模流程

Table 1. Statistical table of Suzhou's gross domestic product (GDP) from 1978 to 2017 (100 million yuan)
表 1. 1978~2017 年宿州市国内生产总值(GDP)统计表(亿元)

年份	GDP	年份	GDP	年份	GDP	年份	GDP
1978	7.4	1988	32.9	1998	187.2	2008	511.1
1979	8.3	1989	35.1	1999	197.5	2009	541.7
1980	9.3	1990	36.8	2000	178.03	2010	650.57
1981	13.2	1991	42.3	2001	193.22	2011	802.42
1982	13.7	1992	47	2002	207.41	2012	914.95
1983	15.7	1993	68.8	2003	219.93	2013	1014.33
1984	17.5	1994	90.5	2004	279.12	2014	1140.53
1985	20.1	1995	127	2005	312.98	2015	1235.83
1986	23.1	1996	157.9	2006	359.01	2016	1351.82
1987	26.3	1997	184.7	2007	424.92	2017	1503.91

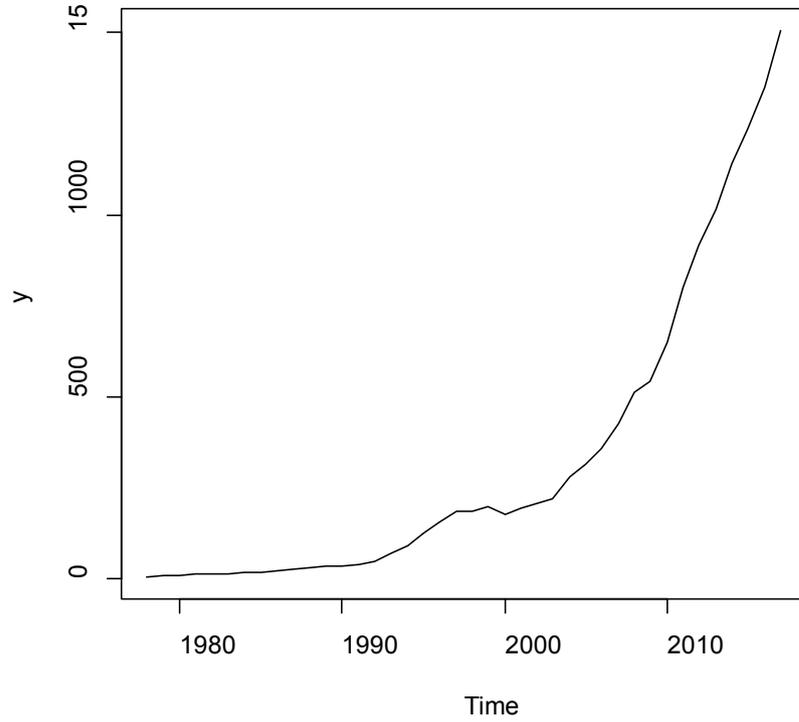


Figure 2. Suzhou's gross domestic product (GDP) time series from 1978 to 2017
图 2. 1978~2017 年宿州市国内生产总值(GDP)时序图

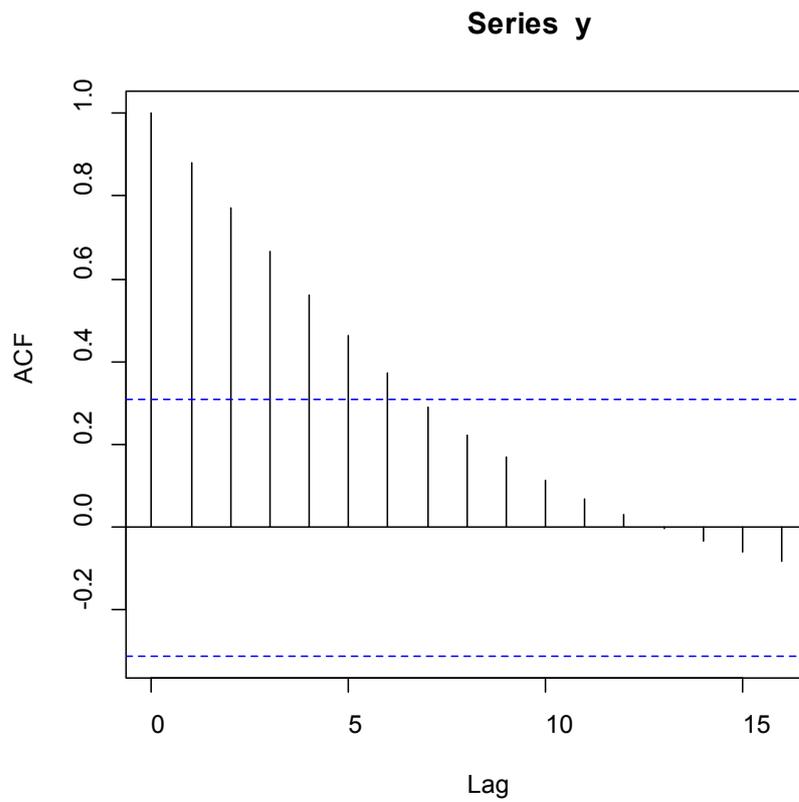


Figure 3. Time series ACF
图 3. 时间序列偏相关图

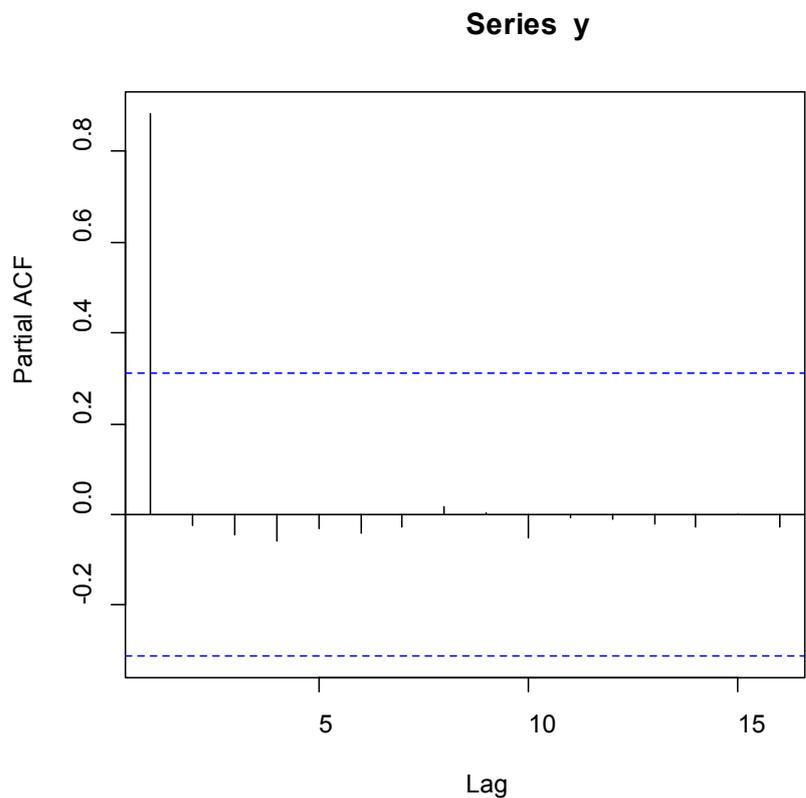


Figure 4. Time series PACF
图 4. 时间序列自相关图

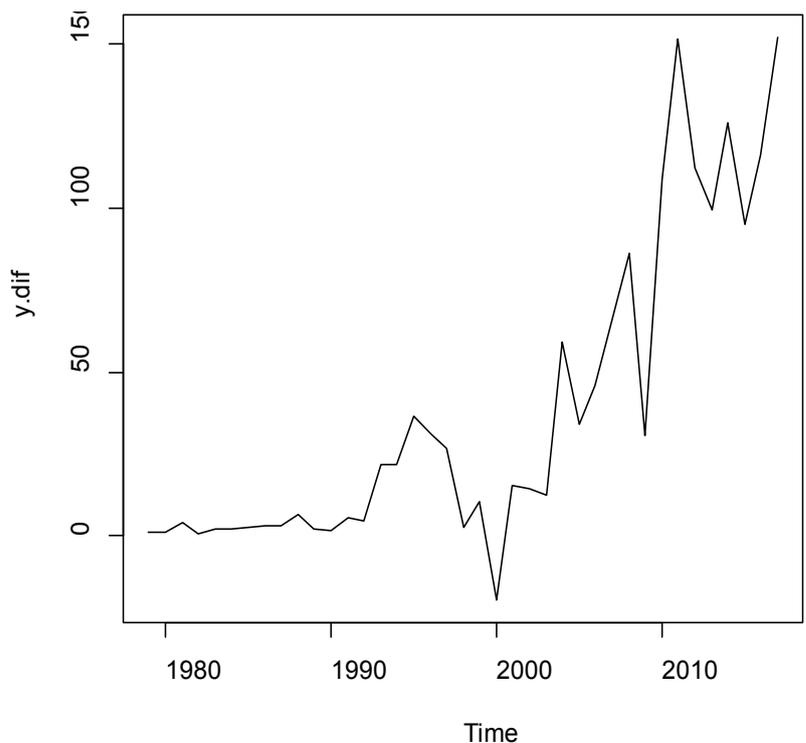


Figure 5. Time series first-order differential
图 5. 时间序列一阶差分图

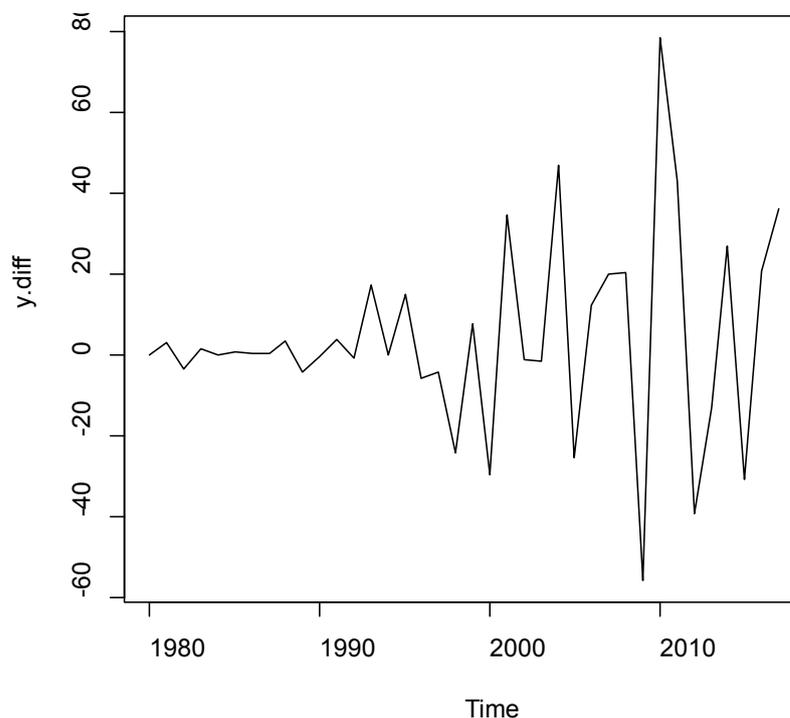


Figure 6. Time series second-order differential
图 6. 时间序列二阶差分图

Table 2. ADF Single root test results of Suzhou's GDP first-order differential sequences

表 2. 宿州市 GDP 一阶差分序列 ADF 单根检验结果

Lag order	1	2	3
p-Value	0.5395	0.8181	0.8012

Table 3. ADF single root test results of Suzhou's GDP second-order differential sequences

表 3. 宿州市 GDP 二阶差分序列 ADF 单根检验结果

Lag order	1	2	3
P-Value	0.01	0.01	0.1629

确定模型中参数 p , q , 我们观察宿州市 GDP 二阶差分序列的自相关图和偏相关图。

由图 7 和图 8 可以看出, 该序列的自相关图和偏相关图都是拖尾的, 因此可以建立 ARIMA 模型。

R 软件提供了 `auto.arima()` 函数, 我们可以参考 `auto.arima()` 函数定阶, 结合 GDP 二阶差分序列 ADF 单根检验结果, 建立备选模型 ARIMA(1,2,1)、ARIMA(2,2,1)、ARIMA(0,2,1)、ARIMA(1,2,2)、ARIMA(2,2,2) 和 ARIMA(0,2,2) [4]。

为确定模型拟合的有效性对上述备选模型进行显著性检验即残差序列的纯随机检验, 见表 4。

LB 统计量 p -Value 均显著大于 0.05, 可以知道残差序列通过了纯随机性检验, 即认为以上模型显著有效[5]。

3.5. 模型优化

对于同一个序列我们构造了 6 个显著有效拟合模型, 为了进一步确定最优拟合模型, 我们依据 AIC 信息准则(Akaike information criterion), 参考对数似然值(Log likelihood)对以上 6 个模型进行筛选, 见表 4 [6] [7]。

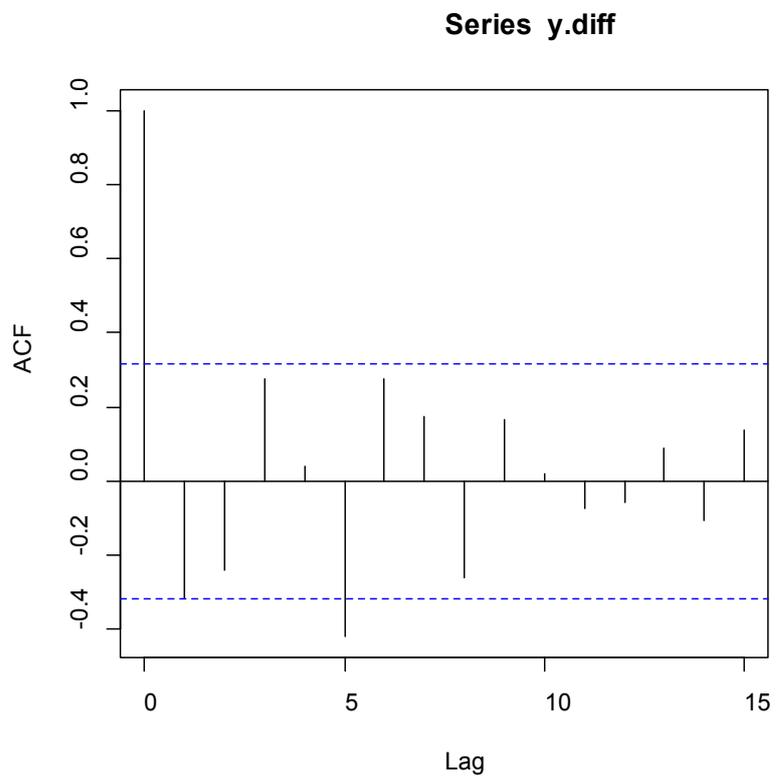


Figure 7. Second-order differential ACF
图 7. 二阶差分序列自相关图

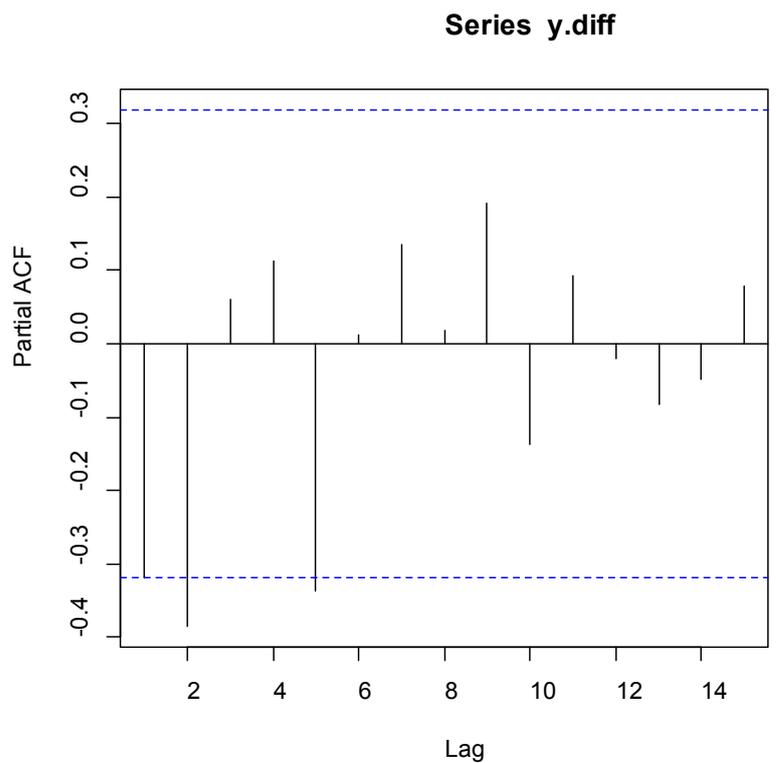


Figure 8. Second-order differential PACF
图 8. 二阶差分序列偏相关图

从表 4 可以看出, ARIMA(2,2,2)模型使得 AIC 值最小, 为 349.13, 且对数似然值对最大, 为-169.57。因此 ARIMA(2,2,2)模型为相对最优模型[8] [9]。

4. 模型的预测

利用建立的 ARIMA(2,2,2)模型对宿州市 2018~2020 年三年 GDP 进行预测, 预测结果见表 5。

Table 4. Suzhou's GDP sequence model significance test results

表 4. 宿州市 GDP 序列模型显著性检验结果

	ARIMA (1,2,1)	ARIMA (2,2,1)	ARIMA (0,2,1)	ARIMA (1,2,2)	ARIMA (2,2,2)	ARIMA (0,2,2)
P-Value	0.656	0.7044	0.6683	0.4448	0.4006	0.6137
AIC	352.16	350.74	350.16	353.47	349.13	352.15
Log likelihood	-173.08	-171.73	-173.08	-172.74	-169.57	-173.07

Table 5. Using ARIMA (2,2,2) to predict the GDP results of Suzhou from 2018 to 2020

表 5. 利用 ARIMA(2,2,2)预测 2018-2020 年宿州市 GDP 结果

	2018	2019	2020
GDP_Forecast	1635.499	1757.769	1904.121
Growth rate	8.75%	7.48%	8.33%
Lo 95	1594.905	1676.646	1778.150
Hi 95	1676.093	1838.892	2030.092

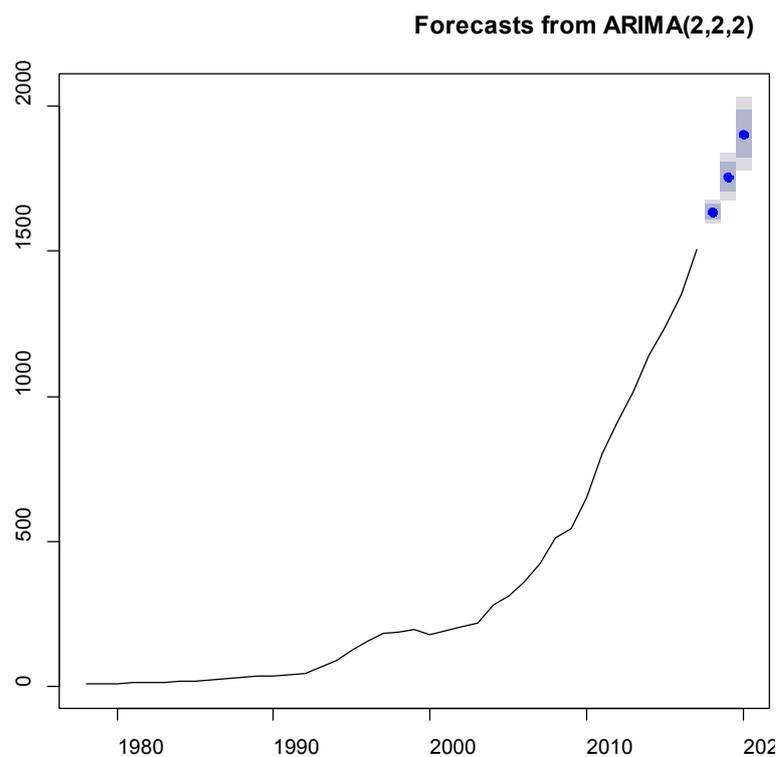


Figure 9. Second-order differential PACF

图 9. 二阶差分序列偏相关图

5. 结论

1) 从图 9 可以看出, 未来三年宿州市 GDP 会保持平稳快速增长, 增速略有下降, 这与我国经济发展从高速发展转向高质量发展确实基本吻合, 宿州市 GDP 保持中高速增长水平于现阶段宿州市为欠发达地区的发展实际相一致。

2) 通过对宿州市 1978 年至 2017 年 GDP 序列进行分析和建模, 可以说明 ARIMA 模型在拟合非平稳时间序列时具有很好的效果。本文所建立的 ARIMA(2,2,2), 可用于宿州市 GDP 的短期预测, 为宿州市制定经济发展目标提供参考。

参考文献

- [1] 王燕. 时间序列分析: 基于 R [M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2015.
- [2] 龚国勇. ARIMA 模型在深圳 GDP 预测中的应用[J]. 数学的实践与认识, 2008, 38(4): 53-57.
- [3] Wei, N., Bian, K.J. and Yuan, Z.F. (2010) Analysis and Forecast of Shaanxi GDP Based on ARIMA Model. *Asian Agricultural Research*, 2, 34-36, 41.
- [4] 郎星宇, 李鑫, 孙弋茗, 白晓东. 基于 ARIMA 模型对中国 1953~2015 年 GDP 的分析建模及预测[J]. 统计学与应用, 2017, 6(2): 219-230.
- [5] Wabomba, M.S., Mutwiri, M.P. and Fredrick, M. (2016) Modeling and Forecasting Kenyan GDP Using Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) Modeling. *Science Journal of Applied Mathematics and Statistics*, 4, 64-73. <https://doi.org/10.11648/j.sjams.20160402.18>
- [6] 蒋燕. ARIMA 模型在广西全社会固定资产投资预测中的应用[J]. 数理统计与管理, 2006, 25(5): 588-592.
- [7] 郭晓峰. 基于 ARIMA 模型的中国 CPI 走势预测分析[J]. 统计与决策, 2012(11): 29-32.
- [8] 池启水. 中国石油消费量增长趋势分析——基于 ARIMA 模型的预测与分析[J]. 资源科学, 2007, 29(5): 69-73.
- [9] 李娜, 薛俊强. 基于最优 ARIMA 模型的我国 GDP 增长预测[J]. 统计与决策, 2013(9): 23-26.

附录

R 语言编程程序

```
x<-read.table("E:/R/GDP.csv",sep="," ,header=T)
y<-ts(x$gdp,start=1978)
plot(y)
acf(y)
pacf(y)
y.dif<-diff(y)
plot(y.dif)
library(fBasics)
library(fUnitRoots)
for(i in 1:3)print(adfTest(y.dif,lag=i,type="c"))
y.diff<-diff(y.dif)
plot(y.diff)
for(i in 1:3)print(adfTest(y.diff,lag=i,type="c"))
acf(y.diff)
pacf(y.diff)
library(zoo)
library(forecast)
auto.arima(y)
y.fit1<-arima(y,order=c(1,2,1))
y.fit1
for(i in 1:2)print(Box.test(y.fit1$residual),lag=6*i)
y.fit2<-arima(y,order=c(2,2,1))
y.fit2
for(i in 1:2)print(Box.test(y.fit2$residual),lag=6*i)
y.fit3<-arima(y,order=c(0,2,1))
y.fit3
for(i in 1:2)print(Box.test(y.fit3$residual),lag=6*i)
y.fit4<-arima(y,order=c(1,2,2))
y.fit4
for(i in 1:2)print(Box.test(y.fit4$residual),lag=6*i)
y.fit5<-arima(y,order=c(2,2,2))
y.fit5
for(i in 1:2)print(Box.test(y.fit5$residual),lag=6*i)
y.fit6<-arima(y,order=c(0,2,2))
y.fit6
for(i in 1:2)print(Box.test(y.fit6$residual),lag=6*i)
y.fore<-forecast(y.fit5,h=3)
y.fore
```

知网检索的两种方式：

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2325-2251，即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入，输入文章标题，即可查询

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：sa@hanspub.org