

# Prediction of Per Capita GDP in Fujian Province

Yunying Lin

Jiangxi University of Finance and Economics, Nanchang Jiangxi  
Email: 786359959@qq.com

Received: Jul. 26<sup>th</sup>, 2020; accepted: Aug. 7<sup>th</sup>, 2020; published: Aug. 14<sup>th</sup>, 2020

---

## Abstract

Per capita GDP can reflect a country's economic development level and people's living standards, so many domestic scholars attach great importance to the research and prediction of GDP. This paper obtains the data of per capita GDP of Fujian Province from 1978 to 2018 through *Fujian statistical yearbook-2019*. Using R software and Box-Jenkins method, ARIMA model is established, and the data are modeled from the perspective of unit root nonstationarity and trend stationarity, and the per capita GDP series of Fujian Province is predicted and analyzed. The analysis results show that the prediction ability of modeling from the perspective of unit root nonstationarity is better. Therefore, the per capita GDP of Fujian Province is predicted by the model established from the perspective of unit root nonstationarity. The prediction ability of ARIMA model is tested through the per capita GDP of Fujian Province from 2014 to 2019. It is found that the short-term prediction ability of ARIMA model is considerable. The per capita GDP of Fujian Province in 2020 is predicted by ARIMA model. The forecast result is very confident that the GDP will "double" in 2020. However, the novel coronavirus attacked Wuhan in 2020, and it also had an impact on Fujian's production. Therefore, the government, enterprises and individuals of Fujian province still have a long way to go to realize the "double" of 2020 gross domestic product.

## Keywords

Per Capita GDP, ARIMA, Unit Root Nonstationarity, Trend Stationarity, Forecast

---

# 福建省人均地区生产总值预测研究

林贇英

江西财经大学, 江西 南昌  
Email: 786359959@qq.com

收稿日期: 2020年7月26日; 录用日期: 2020年8月7日; 发布日期: 2020年8月14日

## 摘要

人均GDP可以反映一国的经济发展水平和人民生活水平，因此国内很多学者都很重视对GDP的研究及预测。本文通过福建统计局《福建统计年鉴-2019》，获取1978至2018年的福建省人均地区生产总值(人均GDP)数据。使用R软件，采用Box-Jenkins方法建立ARIMA模型，并从单位根非平稳性和趋势平稳性两个角度对数据进行建模，并对福建省人均GDP序列进行预测分析。分析结果显示，从单位根非平稳性角度进行建模的预测能力更好。因此，本文采用从单位根非平稳性角度建立的模型对福建省人均GDP进行预测研究。通过2014至2019年福建省人均GDP来测试ARIMA模型的预测能力，发现ARIMA模型的短期预测能力很可观，并使用ARIMA模型预测2020年福建省人均GDP，预测结果对2020年地区生产总值“翻一番”很有信心。但是经过2020年新型冠状病毒侵袭武汉，对福建省的生产也产生了不可低估的影响，因此对实现2020年地区生产总值“翻一番”，福建省政府、企业、个体仍任重道远。

## 关键词

人均GDP, ARIMA, 单位根非平稳, 趋势平稳, 预测

Copyright © 2020 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

在国家经济政策调整和制定中，正确研究和评判经济形势是制定恰当的经济政策和宏观调控措施，以及正确引导社会经济预期和行为的前提条件[1]。对国家GDP预测方面，赵婷使用ARIMA模型对我国1978至2007年的GDP进行分析，并预测未来三年的GDP数值[2]；王正宇、王红玲采用ARIMA模型对我国1978至2008年的GDP进行预测分析[3]；余后强、李玲基于ARIMA-GM模型，对我国1978至2005年的人均GDP进行预测分析[4]。对地区GDP预测方面，华鹏、赵学民使用ARIMA模型对1978至2005年广东省GDP进行预测分析[5]；武文婕采用ARIMA模型对1949年至2005年武汉GDP进行预测分析[6]。

通过分析文献发现，大部分学者都只是对GDP进行预测分析，而很少有学者分析人均GDP，更鲜少对区域人均GDP进行分析。众所周知，中国人口基数大，随着人口的增长，所创造的增加值自然也会增加，即我国的GDP的增长不排除是由于人口增长的可能。为了更能体现福建省的发展水平以及人民生活水平，对福建省人均GDP进行预测分析。本文通过使用R软件，采用Box-Jenkins方法建立了ARIMA模型，对1978至2018年福建省人均GDP进行预测分析[7][8]。

## 2. 数据采集

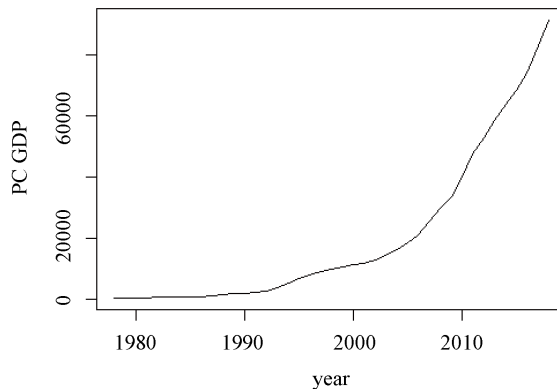
本文数据来源于《2019年福建统计年鉴》的主要年份地区生产总值，研究对象为福建省人均GDP，样本区间为1978年至2018年，其数据如表1所示[9]。

## 3. 实证研究

图1为1978至2018年福建省人均GDP时序图。从图1上看，该期间福建人均GDP呈快速上升的趋势，福建人均GDP序列为非平稳时间序列，这并不奇怪，恰是我国经济快速增长的体现。为了使人均GDP序列更为平滑，先对其进行指数平滑处理，记为“lgdp”。

**Table 1.** Per capita GDP of Fujian Province from 1978 to 2018**表 1.** 1978 至 2018 年福建省人均 GDP

年份	人均 GDP (元)	年份	人均 GDP (元)	年份	人均 GDP (元)
Year	Per Capita GDP (yuan)	Year	Per Capita GDP (yuan)	Year	Per Capita GDP (yuan)
1978	273	1992	2557	2006	21,105
1979	300	1993	3556	2007	25,582
1980	348	1994	193	2008	29,755
1981	416	1995	6526	2009	33,437
1982	457	1996	7646	2010	40,025
1983	487	1997	8775	2011	47,377
1984	591	1998	9603	2012	52,763
1985	737	1999	10,323	2013	58,145
1986	809	2000	11,194	2014	63,472
1987	999	2001	11,691	2015	67,966
1988	1349	2002	12,739	2016	73951
1989	1589	2003	14,125	2017	82,677
1990	1763	2004	16,235	2018	91,197
1991	2041	2005	18,353		

**Figure 1.** Time series of per capita GDP of Fujian Province from 1978 to 2018**图 1.** 1978 至 2018 年福建省人均 GDP 时序图

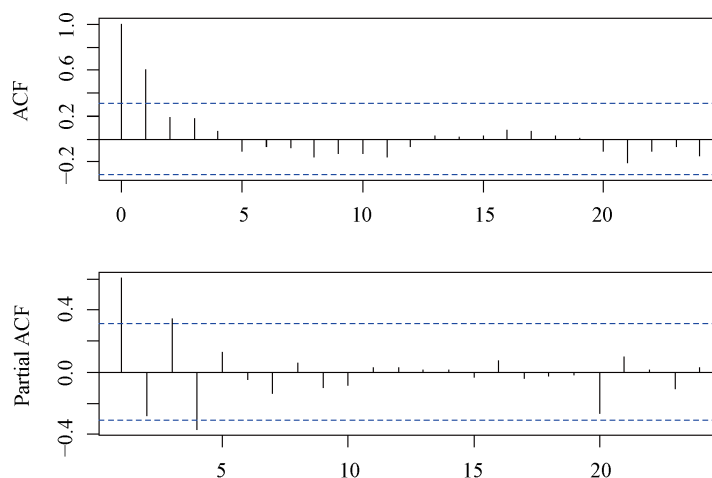
### 3.1. 单位根非平稳模型

#### 3.1.1. 平稳性检验

对数据做对数处理不会改变其增减趋势，也不会改变其平稳性。对福建省对数人均 GDP 序列进行一阶差分，处理后的数据即为福建省人均 GDP 的对数增长率。

对福建省人均 GDP 对数增长率序列进行单样本的  $t$  检验，检验其均值是否为 0。分析结果显示， $t$  值为 12.526， $p$  值为  $3.021e^{-15}$ ，在任何合理的显著性水平下都拒绝均值为 0 的原假设，即福建省人均 GDP 对数增长率序列的均值不为 0。因此，在拟合模型过程中需要带常数项。

虽然对人均 GDP 序列进行对数化处理,但福建省人均 GDP 对数增长率序列仍然可能存在非平稳性,因此对福建省人均 GDP 对数增长率进行带有常数项不带有趋势项的 Dickey-Fuller 单位根检验。检验结果显示, ADF 检验的统计量是-3.4677,  $p$  值为 0.01727。在任何合理的显著性水平下,都拒绝福建省人均 GDP 对数增长率序列存在单位根的原假设,可以认为序列是平稳的,即不需要对福建省人均 GDP 对数增长率序列做差分处理。图 2 为福建省人均 GDP 对数增长率序列后的样本自相关函数(ACF)和样本偏自相关函数(PACF)。从图 2 可以看出福建省人均 GDP 对数增长率序列的 ACF 图和 PACF 图是截尾的,因此可以认为该序列是平稳的。



**Figure 2.** Sample autocorrelation function of logarithmic growth rate of per capita GDP in Fujian Province from 1978 to 2018 (ACF) and sample partial autocorrelation function (PACF)

**图 2.** 1978 至 2018 年福建省人均 GDP 对数增长率的样本自相关函数(ACF)和样本偏自相关函数(PACF)

### 3.1.2. 模型定阶

从福建省人均 GDP 对数增长率序列的样本偏自相关函数(PACF)图上看,1 阶、3 阶、4 阶都具有显著性。从福建省人均 GDP 对数增长率序列的样本自相关函数(ACF)图上看,0 阶偏自相关函数远远大于其他阶的偏自相关函数,ACF 在 1 阶之后开始截尾。根据上述分析,

对福建省对数人均 GDP 分别建立 ARIMA(1,1,0)、ARIMA(3,1,0)、ARIMA(4,1,0)、ARIMA(1,1,1)、ARIMA(3,1,1)、ARIMA(4,1,1)模型。拟合结果如表 2 所示,无论是基于 AIC 准则还是基于 BIC 准则,结果都是选择 ARIMA(3,1,1)模型。

**Table 2.** Fitting results of ARIMA model of logarithmic per capita GDP Series in Fujian Province  
**表 2.** 福建省对数人均 GDP 序列 ARIMA 模型拟合结果

模型	AIC	BIC
ARIMA(1,1,0)	-102.13	-98.75
ARIMA(3,1,0)	-109.80	-103.04
ARIMA(4,1,0)	-110.06	-101.61
ARIMA(1,1,1)	-105.74	-100.67
ARIMA(3,1,1)	-111.95	-103.51
ARIMA(4,1,1)	-110.07	-99.94

拟合的 ARIMA(3,1,1)模型为:

$$(1-0.68B+0.25B^2-0.48B^3)(1-B)l\text{gdp}_t = (1-0.53B)a_t$$

$$\sigma_a^2 = 0.002572$$

系数估计的标准误差分别为: 0.18、0.22、0.14、0.16, AIC 值为-111.95, BIC 值为 103.51。在 5% 的显著性水平下, ar2 系数不显著的, 因此重新拟合模型。则重新拟合的模型为:

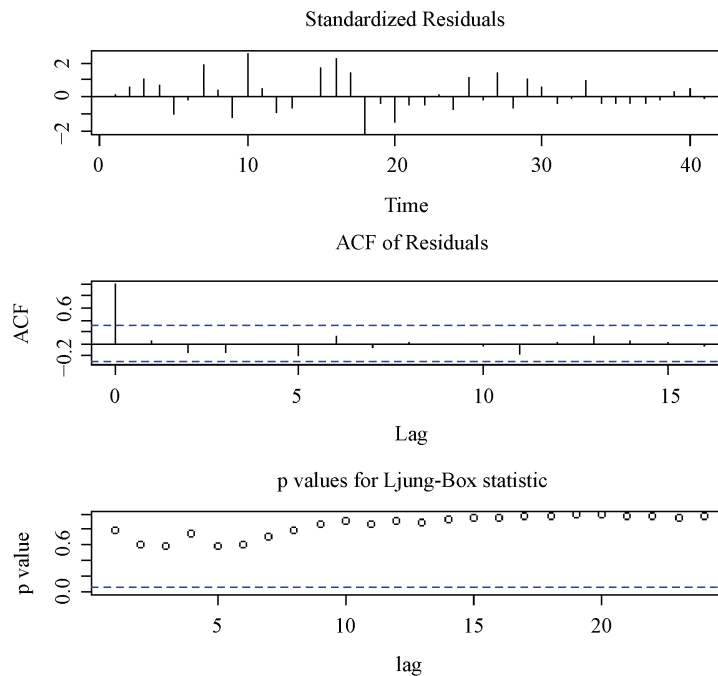
$$(1-0.54B-0.37B^3)(1-B)l\text{gdp}_t = (1-0.64B)a_t$$

$$\sigma_a^2 = 0.00266$$

系数估计的标准误差分别为: 0.11、0.12、0.10, AIC 值为-112.78, BIC 值为 106.03。在 5% 的显著性水平下, 所有系数都是显著异于 0 的, 且 AIC 值和 BIC 值均减少。

### 3.1.3. ARIMA(3,1,1)模型检测

图 3 为福建省对数人均 GDP 序列 ARIMA(3,1,1)模型检验图。从图 3 的 ARIMA(3,1,1)模型残差的自相关函数(ACF)可以看出, 在 5% 的显著性水平下, 残差不存在自相关性, 为白噪声序列。从图 3 的 ARIMA(3,1,1)模型 Ljung-Box 统计量的  $p$  值可以看出, 散点均在 0.05 的水平线之上即  $p$  值均大于 0.05。因此拟合的 ARIMA(3,1,1)模型是充分的。



**Figure 3.** ARIMA(3,1,1) model of logarithmic growth rate of per capita GDP in Fujian Province from 1978 to 2018 inspection chart

**图 3.** 1978 至 2018 年福建省人均 GDP 对数增长率 ARIMA(3,1,1)模型检验图

## 3.2. 趋势平稳模型

### 3.2.1. 趋势平稳性检验

由图 1 可以发现, 福建省人均 GDP 序列随着时间的增长而增长, 即便是对其做对数化处理也不会改

变它的趋势。因此利用时间趋势对福建省对数人均 GDP 序列进行建模。利用时间为解释变量，拟合的线性回归模型为：

$$l g d p_t = 5.55 + 0.15t + z_t$$

系数估计的标准误差分别为：0.073、0.003， $z_t$  为残差项，其标准误差为 0.2307。时间变量为正，并且高度显著。

对残差项进行均值为 0 检验。检验结果显示， $t$  统计量为  $3.8749e^{17}$ ， $p$  值为 1，即表明其残差项序列均值为 0。对残差项序列进行平稳性检验，检验结果显示，ADF 检验的统计量是 -1.789， $p$  值为 0.0734。在 10% 的显著性水平下，我们有理由认为残差项序列不具有单位根，即表明福建省对数人均 GDP 序列是一个趋势平稳序列。

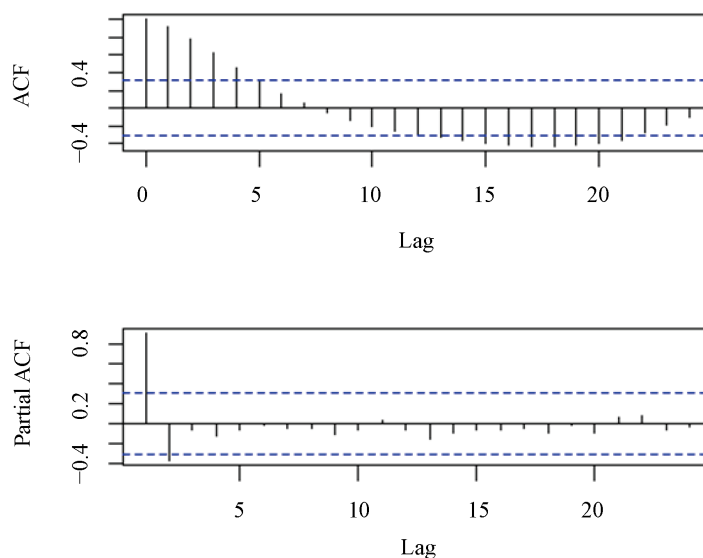
### 3.2.2. 模型定阶

图 4 为残差项序列( $z_t$ )的样本自相关函数和样本偏自相关函数。图 4 中，自相关函数没有出现明显的截断，偏自相关函数在 1 阶时以指数的形式衰减，综合这两个特征，为残差项序列拟合不带常数项的 ARIMA(1,1)模型，则福建省人均 GDP 序列模型为：

$$(1-1.00B)(l g d p_t - 5.55 - 0.15t) = (1-0.81B)a_t$$

$$\sigma_a^2 = 0.00255$$

系数估计的标准误差分别为：0.003、0.072、0.021，AIC 值为 -118.43，BIC 值为 -111.57。所有系数都是高度显著的。



**Figure 4.** Sample autocorrelation function (ACF) and sample partial autocorrelation function (PACF) of residual term sequence ( $z_t$ )

**图 4.** 残差项序列( $z_t$ )的样本自相关函数(ACF)和样本偏自相关函数(PACF)

### 3.2.3. $z_t$ 序列 ARIMA(1,1)模型检测

图 5 为  $z_t$  序列 ARIMA(1,1)模型诊断图。图 5 中的残差自相关函数图说明  $z_t$  序列 ARIMA(1,1)模型的残差不存在动态自相关性；Ljung-Box 统计量的  $p$  值也说明  $z_t$  序列 ARIMA(1,1)模型的拟合是充分的。

### 3.3. 模型比较

表2为  $lgdp_t$  ARIMA(3,1,1)模型和  $z_t$  ARIMA(1,1)模型超前1步预测结果。通过表3中数据可以发现,  $lgdp_t$  ARIMA(3,1,1)模型的预测误差的平方根(RMSFE)和平均绝对误差(MAFE)的值相对于  $z_t$  ARIMA(1,1)模型的值更小一些。对于预测福建省对数人均GDP,  $lgdp_t$  ARIMA(3,1,1)模型的预测效果更好。使用趋势平稳模型虽然能降低AIC值和BIC值从而更好的拟合模型,但却没有提高样本外预测的精度。因此,鉴于拟合模型是为了更好的预测,采用ARIMA(3,1,1)模型对福建省对数人均GDP进行预测,2014年至2018年的预测值如表4所示,预测值和实际值的误差相差很少,因此ARIMA(3,1,1)模型的拟合效果是可靠的。

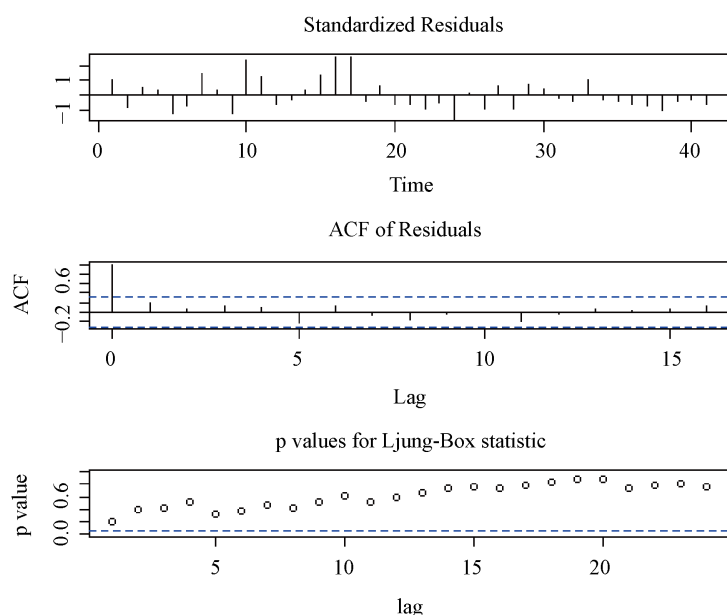


Figure 5. Diagnosis diagram of  $z_t$  sequence ARIMA(1,1) model

图5.  $z_t$  序列 ARIMA(1,1)模型诊断图

Table 3. Prediction results of  $lgdp_t$  ARIMA(3,1,1) model and  $z_t$  ARIMA(1,1) model by one step ahead

表3.  $lgdp_t$  ARIMA(3,1,1)模型和  $z_t$  ARIMA(1,1)模型超前1步预测结果

模型	RMSFE	MAFE
$lgdp_t$ ARIMA(3,1,1)	0.0163838	0.0142045
$z_t$ ARIMA(1,1)	0.0345311	0.0326919

Table 4. Out of sample prediction of ARIMA(3,1,1) model of per capita GDP in Fujian Province

表4. 福建省人均GDP序列ARIMA(3,1,1)模型的样本外预测

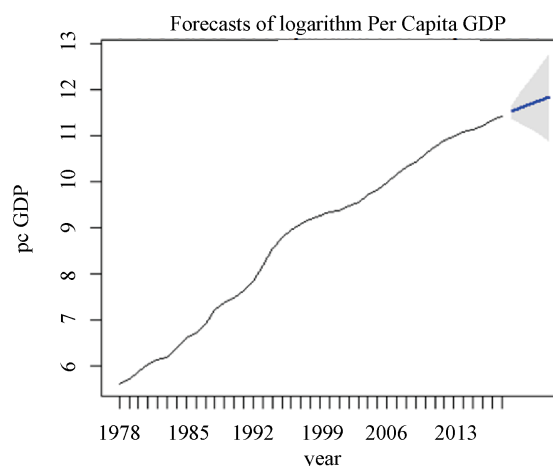
年份	2014	2015	2016	2017	2018
预测值(元)	64,503	70,956	77,402	84,262	91,345
实际值(元)	63,472	67,966	73,951	82,677	91,197
误差(%)	0.0549	0.1311	0.2017	0.2785	0.3653

未来五年的福建省人均 GDP 如表 5 所示。查询国家统计局 2019 年福建省人均 GDP 为 107139 元，与表 5 中 2019 年的预测值 99077 元相差不大，且在(85724, 114510)预测区间之内。因此可以认为，ARIMA(3,1,1)模型的预测是合理的。图 6 为 1978 至 2018 年福建省对数人均 GDP 及预测值时序图。从图中可以发现未来 5 年，福建省的人均 GDP 也是稳步增长的。

**Table 5.** Forecast value and 99.5% forecast range of logarithmic per capita GDP of Fujian Province from 2019 to 2023

**表 5.** 2019 至 2023 年福建省对数人均 GDP 预测值及 99.5%预测区间

年份	预测值(元)	99.5%预测区间(元)
2019	99,077	(85,724, 114,510)
2020	107,974	(76,353, 152,691)
2021	117,278	(68,766, 200,013)
2022	126,438	(60,472, 264,359)
2023	135,927	(51,613, 357,971)



**Figure 6.** The logarithmic per capita GDP time series of Fujian Province from 1978 to 2018; the shadow part is the forecast value of logarithmic per capita GDP of Fujian Province from 2019 to 2023

**图 6.** 1978 至 2018 年福建省对数人均 GDP 时序图，阴影部分为 2019 至 2023 年福建省对数人均 GDP 预测值

## 4. 结论与建议

### 4.1. 结论

本文利用 R 软件，对近 40 年福建省人均 GDP 进行时间序列分析，并对福建省对数人均 GDP 确定最终的拟合模型 ARIMA(3,1,1)模型。经测试，ARIMA(3,1,1)模型的预测误差较小，预测效果良好。十八大报告提出：到 2020 年实现全面建成小康社会目标。为确保这个目标的实现，指出：“实现 GDP 比 2010 年翻一番”。2010 年福建省人均 GDP 为 40,025 元，ARIMA(3,1,1)模型预测 2020 年福建省人均 GDP 为 85,724 元至 114,510 元，区间下限已实现在 40,025 元的基础上翻一番，因此，福建省人均 GDP 对国内生产总值贡献进而实现“翻一番”这个目标非常有信心。



## 4.2. 建议

众所周知, 2020 年伊始侵袭而来的新型冠状病毒必会对中国的经济造成一定程度上的冲击。因此, 对实现全面建成小康社会仍不能懈怠, 政府、企业乃至个体更是任重而道远。

政府应加强新型基础设施建设、充分发挥福建省的地域优势帮扶贫困人口, 稳定就业增长, 实施适当的货币政策和财政政策; 企业应在符合经济环境的前提下, 稳步扩大投资, 引进招商投资, 扩大研发投入, 增强创新能力; 个体应诚信经营, 逐步改善生活水平。

## 致 谢

感谢本文撰写期间给出指导意见的师哥师姐, 感谢授课时间序列分析和 R 软件的老师们, 感谢参考文献中的作者们给予的允许转载和引用权的资料, 感谢提出本文研究思想的学者们。

## 参考文献

- [1] 田小秋. 对经济形势研判及其表述问题的探讨——兼论经济管理专业术语使用的规范化与大众化[J]. 宏观经济研究, 2020(6): 168-175.
- [2] 赵婷. ARIMA 在我国 GDP 预测中的应用[J]. 中国市场, 2011(1): 60-62.
- [3] 王正宇, 王红玲. 基于 ARIMA 模型的我国 GDP 分析预测[J]. 对外经贸, 2011(12): 107-108.
- [4] 余后强, 李玲. 我国人均国内生产总值的预测分析[J]. 统计与决策, 2012(4): 103-106.
- [5] 华鹏, 赵学民. ARIMA 模型在广东省 GDP 预测中的应用[J]. 统计与决策, 2010(12): 166-167.
- [6] 武文婕. ARIMA 模型在 GDP 预测中的应用[J]. 中国水运(学术版), 2007(9): 202-204.
- [7] Tsay, R.S. 金融数据分析导论: 基于 R 语言[M]. 李洪成, 尚秀芬, 郝瑞丽, 译. 北京: 机械工业出版社, 2013: 28-164.
- [8] Janacek, G. (2010) Time Series Analysis Forecasting and Control. *Journal of Time Series Analysis*, **31**, 303.
- [9] 福建省统计局. 福建省统计年鉴-2019 [M]. 北京: 中国统计出版社, 2019: 25-26.