

文章编号: 1004-4353(2014)02-0146-04

# 基于 Box-Jenkins 方法的甘肃省 GDP 时间序列 分析建模与预测

李生彪, 彭建奎  
(兰州文理学院, 甘肃 兰州 730000)

**摘要:** 基于 Box-Jenkins 方法的时间序列分析,以甘肃省 1978—2012 年的年度 GDP 数据为基础,利用 SPSS 软件,并综合各种条件确定了最佳 ARMA 模型,最后利用所建模型对甘肃省未来 4 年的 GDP 进行了预测.实证分析表明:Box-Jenkins 方法及其模型在 GDP 时间序列分析建模与预测方面,具有较高的精确度和可行性.  
**关键词:** Box-Jenkins 方法; GDP; ARIMA 模型; 预测  
**中图分类号:** O212                      **文献标识码:** A

## Time series analysis and forecast model for annual GDP of Gansu Province based on Box-Jenkins methods

LI Shengbiao, PENG Jiankui  
(Lanzhou University of Arts and Science, Lanzhou 730000, China)

**Abstract:** We discusse the annual GDP series of Gansu Province since 1978 through 2012 by using the time series technology based on Box-Jenkins methods, and synthesize various conditions to determine the best ARMA model by SPSS software. Finally, using those models to make a prediction on the annual GDP of Gansu Province in the next four years. The examination results indicated that the Box-Jenkins methods and the ARMA model are an effective and practical way to analyze and forecast annual GDP with high precision.  
**Key words:** Box-Jenkins methods; GDP; ARIMA model; forecast

在国民经济运行过程中,GDP 是衡量一个国家或地区经济发展状况的重要指标,也是政府在制定经济发展战略和政策时的一个重要依据;因此,对一个国家或地区的 GDP 进行分析和预测具有非常重要的意义.20 世纪 70 年代,G. P. Box 和 G. M. Jenkins 提出了 ARIMA 模型法<sup>[1]</sup>,该模型是在建模之前先将非平稳时间序列转化为平稳的时间序列,然后再运用 ACF 图和 PACF 图对得到的平稳时间序列选择最佳的 ARIMA 模型.由于传统的灰色理论、生长曲线、指数平滑法等方法只适合于具有某种典型趋势特征变化的现象的预测,而甘肃省在改革开放以来特别是在西部大开发以来 GDP 增长快速,其 GDP 的时间序列数据并不总是满足这种典型趋势特征,这使得这些传统模型产生的误差项不一定是具有随机性质的,从而会影响对它的预测效果.本文利用 SPSS 软件,对甘肃省 GDP 的年度数据进行了时间序列分析,并基于 Box-Jenkins 方法建立了甘肃省 GDP 的时间序列 ARMA 模型,最后运用该模型对未来 4 年甘肃省的 GDP 进行了预测.

## 1 Box-Jenkins 方法简介

Box-Jenkins 方法是关于时间序列分析、预测及控制的一整套方法,也称作传统的时间序列建模方法.该方法把时间序列建模分为 3 个阶段,即模型类型识别阶段、模型的参数估计阶段以及基于模型的预测阶段<sup>[2]</sup>.在实际应用中,Box-Jenkins 方法的常见模型形式为:若时间序列值  $x_t$  是现在干扰值  $\epsilon_t$  和过去干扰值  $\epsilon_{t-i}$  以及过去的序列值  $x_{t-i}$  的线性组合,则称此模型为自回归移动平均模型;相应地,序列  $x_t$  称为自回归移动平均序列,称

$$x_t = \varphi_1 x_{t-1} + \varphi_2 x_{t-2} + \cdots + \varphi_p x_{t-p} + \theta_1 \epsilon_{t-1} + \theta_2 \epsilon_{t-2} + \cdots + \theta_q \epsilon_{t-q}$$

(1)

为序列  $x_t$  的自回归移动平均模型,简记为 ARMA( $p, q$ ) 模型<sup>[3-4]</sup>.其中  $p$  和  $q$  分别表示自回归与移动平均的阶数,相应的参数  $\varphi_1, \varphi_2, \cdots, \varphi_p$  为待估自回归系数,  $\theta_1, \theta_2, \cdots, \theta_q$  为待估移动平均系数,  $\epsilon_t$  是残差或白噪声序列.这里假定  $\epsilon_t$  是相互独立的,且  $\epsilon_t \sim N(\mu, \sigma^2)$ , 并满足: ①  $E\epsilon_t = 0$ ; ②  $E\epsilon_t \epsilon_s = \begin{cases} \sigma_\epsilon^2, & t = s, \\ 0, & t \neq s; \end{cases}$  ③  $E\epsilon_t x_s = 0, \forall s < t$ .

## 2 甘肃省 GDP 时间序列分析建模

### 2.1 甘肃省 GDP 数据的分析

甘肃省 1978—2012 年的 GDP 数据<sup>[5]</sup>如表 1 所示,图 1 是其时间序列的折线图.

表 1 1978—2012 年甘肃省 GDP 亿元

年份	GDP	年份	GDP	年份	GDP	年份	GDP	年份	GDP
1978	64.73	1985	123.39	1992	317.79	1999	956.32	2006	2 277.35
1979	67.51	1986	140.74	1993	372.24	2000	1 052.88	2007	2 703.98
1980	73.90	1987	159.52	1994	453.61	2001	1 125.37	2008	3 166.82
1981	70.69	1988	191.84	1995	557.76	2002	1 232.03	2009	3 387.56
1982	76.88	1989	216.84	1996	722.52	2003	1 399.83	2010	4 120.75
1983	91.50	1990	242.80	1997	793.57	2004	1 688.49	2011	5 020.37
1984	103.17	1991	271.39	1998	887.67	2005	1 933.98	2012	5 650.20

从图 1 可以看出,甘肃省的 GDP 在 1978—1994 年增长缓慢,但从 1995 年开始呈现出一种指数增长的趋势.由此可知该时间序列是一个非平稳的时间序列.我们首先通过对甘肃省的 GDP 数据取对数并做一阶差分,将其转化为线性趋势,使该时间序列达到平稳.取对数并做一阶差分后得到的甘肃省 GDP 数据时间序列图如图 2 所示.由图 2 可以看出,取对数并做一阶差分后的甘肃省 GDP 数据时间序列基本达到平稳.下面对该数据进行 ACF 图和 PACF 图分析,进行模型的识别和定阶,以最终找到最佳的时间序列模型.

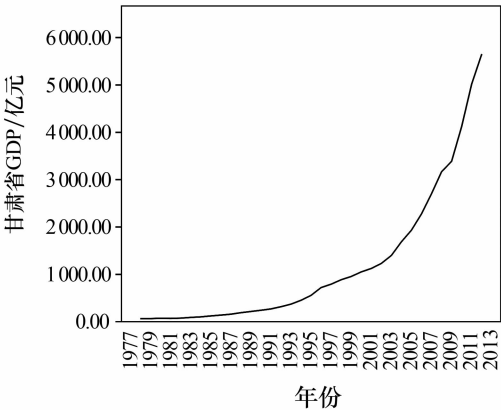


图 1 1978—2012 年甘肃省 GDP 数据时间序列的折线图

2.2 模型的识别与定阶

首先根据甘肃省 GDP 时间序列模型的 ACF 图和 PACF 图(见图 3)建立相应的 ARMA 模型. 从图 3 可看出,PAC 截尾,而 AC 拖尾,因此可判定对 GDP 数据差分后的序列适合 AR 模型,即原 GDP 数据序列适合模型  $ARIMA(p,1,0)$ ,也就是说,对于原 GDP 数据序列而言,其可供选择的模型有  $ARIMA(1,1,0)$  和  $ARIMA(2,1,0)$ .

下面进行参数估计. 文献[6-7]表明,当最小信息准则 AIC 和 Schwarz-Bayes 准则 SIC 的值最小时,所对应的模型为预测的最佳模型. 在参数估计的过程中,同时进行模型的残差白噪声检验. 计算后的主要效果指标值如表 2 所示. 从表 2 容易看出, $ARIMA(2,1,0)$  是甘肃省 GDP 序列的最佳拟合预测模型,模型中具体的系数及显著性检验的计算结果如表 3 所示. 由表 3 数据可以得到如下的甘肃省 GDP 预测公式:

$$\Delta y_t = 0.357\ 695\Delta y_{t-1} + 0.357\ 896\Delta y_{t-2},$$

(2)

$$y_t = 1.357\ 695y_{t-1} + 0.000\ 202y_{t-2} - 0.357\ 896y_{t-3}.$$

(3)

表 2 GDP 序列的两种 ARIMA 模型的效果指标比较表

主要效果指标	两种模型的指标值	
	ARIMA(1,1,0)	ARIMA(2,1,0)
修正 $R^2$	0.505 433	0.159 159
D. W 检验值	2.143 791	1.862 615
AIC 值	-2.639	-3.206
SIC 值	-3.055	-3.108

表 3 ARIMA(2,1,0)模型的系数及显著性检验表

变量	系数	标准误差	$t$ 值	$p$ 值
AR(1)	0.357 695	0.175 93	2.843 569	0.005 5
AR(2)	0.357 896	0.245 743	1.834 587	0.001 9

2.3 模型的显著性检验

显著性检验就是看模型的残差序列是否为白噪声序列. 如果是,说明模型可用来预测;否则,模型不适合于用来预测. 本文利用残差序列的 ACF 图和 PACF 图来检验残差序列是否为白噪声序列,检验结果如图 4 所示. 从图 4 可以看出,残差序列近似为白噪声序列,这说明模型(3)可以用来拟合甘肃省 GDP 的时间序列.

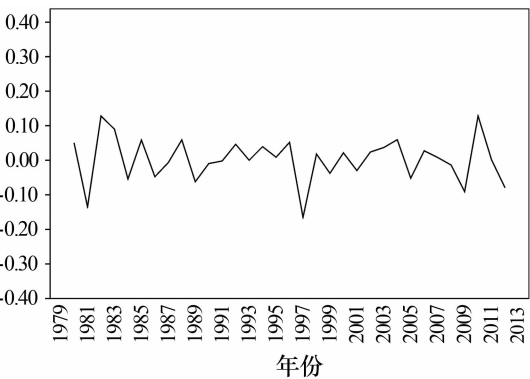


图 2 对数变换和一阶差分后的甘肃省 GDP 数据时间序列图

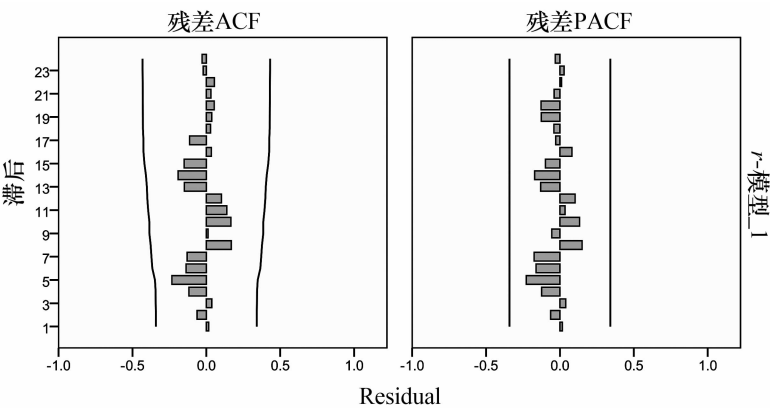


图 3 1978—2012 年甘肃省 GDP 差分序列的 ACF 和 PACF 图

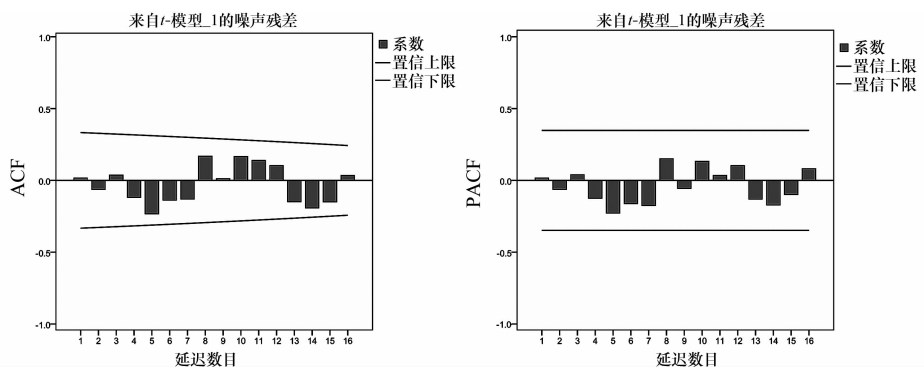


图 4 残差序列的 ACF 图和 PACF 图

### 3 甘肃省 GDP 数据的预测和分析

利用模型(3)对甘肃省 2009—2012 年的 GDP 数值进行计算并与实际值进行对照,检验模型的精确度,结果见表 4。从表 4 可知,2009—2012 年的实际 GDP 值与计算得到的 GDP 值之间的相对误差均在 5% 以内,预测结果比较准确,由此说明模型(3)的拟合效果较好。为进一步说明拟合的效果,利用实际值和拟合值计算出模型(3)的相关系数  $R^2=0.9927$ ,由此进一步验证了该模型能很好地反映出实际状况。基于此判断,利用该模型对甘肃省 2013—2016 年的 GDP 做了预测,并得到了相应的预测值(见表 4),其结果的精确度有待于今后与实际 GDP 指标值比较后进一步确认。

表 4 预测值及与实际值的对照

年份	实际 GDP 值/亿元	预测 GDP 值/亿元	绝对误差/亿元	相对误差/%	增长率/%
2009	3 387.56	3 485.06	97.5	2.797 656	6.97
2010	4 120.75	4 300.11	179.36	4.171 056	21.64
2011	5 020.37	4 962.01	−58.36	−1.176 14	21.83
2012	5 650.20	5 604.06	−46.14	−0.823 33	12.54
2013	—	6 182.959	—	—	10.33
2014	—	6 767.291	—	—	9.45
2015	—	7 346.571	—	—	8.56
2016	—	7 939.439	—	—	8.07

### 4 结论与建议

本文利用 SPSS 软件并选取 ARIMA(2,1,0)为拟合预测模型对甘肃省 GDP 进行了时间序列分析。实证分析表明,采用模型(3)预测甘肃省 GDP 取得了良好效果,而且比传统模型更为简便。另外,本文收集的时间序列分析的数据相对较多,并且由于 Box-Jenkins 方法不需要对发展模式做先验的假设,而且方法本身又可反复进行识别和修改,因此 Box-Jenkins 方法非常适合各种经济时间序列分析,尤其是短期预测。如果预测时间延长,本方法的预测误差会相对增大,因此本文中的模型(3)还有待进一步改进。

### 参考文献:

[1] 何书元. 应用时间序列分析[M]. 北京:北京大学出版社,2004:5-7.  
[2] 张树京. 时间序列分析简明教程[M]. 北京:清华大学出版社,2003:27-29.  
[3] 王莎莎,陈安,苏静,等. 组合预测模型在中国 GDP 预测中的应用[J]. 山东大学学报:理学版,2009,44(2):56-59.  
[4] 王晓鹏,曹广超,丁生喜,等. 基于 Box-Jenkins 方法的青南高原降水量时间序列建模与预测[J]. 数理统计与管理,2008,27(4):1-7.  
[5] 国家统计局. 中国统计年鉴(1991—2011)[M]. 北京:中国统计出版社,2012:346-368.  
[6] 汤岩. 时间序列分析的研究与应用[D]. 哈尔滨:东北农业大学,2007.  
[7] 刘宏杰. 基于时间序列分析预算支出与经济增长的关系[J]. 商业时代,2008,32:6-7.