



基于 ARIMA 模型的世界大豆总产预测分析

蔡承智¹, 黄军结¹, 梁 颖²

(1. 贵州财经大学 经济学院, 贵州 贵阳 550025; 2. 贵州大学 公共管理学院, 贵州 贵阳 550025)

摘 要:为给我国大豆生产及进口提供决策参考信息,运用 ARIMA(自回归单整移动平均)模型预测分析了 2021 年前世界大豆收获面积、平均单产及总产。结果表明:2018、2019、2020 和 2021 年世界大豆收获面积分别为 1.23×10^8 , 1.27×10^8 , 1.31×10^8 和 1.34×10^8 hm^2 , 平均单产分别为 2 767, 2 811, 2 855 和 2 900 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$, 总产分别为 3.40×10^8 , 3.57×10^8 , 3.74×10^8 和 3.89×10^8 t; 同期中国大豆收获面积分别为 6.77×10^6 , 6.72×10^6 , 6.68×10^6 和 6.63×10^6 hm^2 , 平均单产分别为 1 866, 1 887, 1 908 和 1 930 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$, 总产分别为 1.26×10^7 , 1.27×10^7 , 1.27×10^7 和 1.28×10^7 t; 同期美国大豆收获面积分别为 3.49×10^7 , 3.56×10^7 , 3.64×10^7 和 3.71×10^7 hm^2 , 平均单产分别为 3 287, 3 329, 3 372 和 3 415 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$, 总产分别为 1.15×10^8 , 1.18×10^8 , 1.23×10^8 和 1.27×10^8 t。该结果意味着:世界大豆的收获面积在扩大、单产在提高、总产在增加,中国大豆收获面积在缓慢缩小、单产在提高、2004 年后总产在减少,美国大豆收获面积在扩大、单产在提高、总产在增加。

关键词:ARIMA 模型; 世界大豆; 收获面积; 单产; 总产

Analysis of Global Soybean Production Quantity Predicted by ARIMA Model

CAI Cheng-zhi¹, HUANG Jun-jie¹, LIANG Ying²

(1. Faculty of Economics, Guizhou University of Finance and Economics, Guiyang 550025, China; 2. Public Administration School of Guizhou University, Guiyang 550025, China)

Abstract: As one of important crops used for food and oil in China and even the world, the soybean situation of production affects food security in the future. However up to now, there are few reports on ‘time series’ model used for studying situation and trend of global soybean production. Thus, in this paper ARIMA (Auto-regressive Integrated Moving Average) model is used for predicting and analyzing area harvested, average yield and production quantity of soybean by 2021 in the world. The results showed that in 2018, 2019, 2020 and 2021, global soybean was respectively predicted to be 1.23×10^8 , 1.27×10^8 , 1.31×10^8 and 1.34×10^8 ha of area harvested, 2 767, 2 811, 2 855 and 2 900 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ of average yield, and 3.40×10^8 , 3.57×10^8 , 3.74×10^8 and 3.89×10^8 t of production quantity, while Chinese soybean was respectively predicted to be 6.77×10^6 , 6.72×10^6 , 6.68×10^6 and 6.63×10^6 ha of area harvested, 1 866, 1 887, 1 908 and 1 930 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ of average yield, and 1.26×10^7 , 1.27×10^7 , 1.27×10^7 and 1.28×10^7 t of production quantity, and American soybean was respectively predicted to be 3.49×10^7 , 3.56×10^7 , 3.64×10^7 and 3.71×10^7 ha of area harvested, 3 287, 3 329, 3 372 and 3 415 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ of average yield, and 1.15×10^8 , 1.18×10^8 , 1.23×10^8 and 1.27×10^8 t of production quantity. These results mean that global soybean owns enlarging area harvested, rising yield and increasing production quantity, while Chinese soybean is slowly reducing area harvested, rising yield and decreasing production quantity from 2004, and American soybean holds enlarging area harvested, rising yield and increasing production quantity. The conclusion can provides decision-making reference for Chinese soybean production and import.

Keywords: ARIMA model; Global soybean; Area harvested; Production quantity

大豆作为我国乃至世界重要的粮油作物之一,其生产态势关乎未来粮食安全,成为学界及各国政府关注的焦点之一。研究世界大豆生产态势,可为我国大豆生产及进口提供决策参考信息。

当今世界大豆主要生产国有美国、巴西、阿根廷和印度等,中国是“大豆的故乡”^[1]。我国由 1996 年前的大豆净出口国和最大生产国之一转为世界

最大的净进口国^[2]。迄今为止,对世界大豆生产态势的研究主要体现在区域生产优势、科技进步贡献、贸易政策影响及产量变化趋势等方面,这些方面直接或间接关乎全球大豆总产。区域生产优势方面,Liu 等^[3]对 512 个世界大豆品种在中国南京、黑河、牡丹江和南宁等地进行试验,研究成熟期分布,结果表明南京地区的成熟期为 75 ~ 201 d,不同

品种相差较大。科技进步贡献方面,转基因大豆是目前转基因作物中推广种植面积最广的,在保障人类油料与饲料供给上发挥着重要作用^[4-5]。贸易政策影响方面,我国政府对进口大豆的关税调整对其生产将产生调控作用^[6-7]。产量变化趋势预测方面,1961-2007 年世界大豆生产年增长 4.6%,2005-2007 年均达 2.176 亿 t,指数平滑模型预测 2030 年前世界大豆生产年增长 2.2%、届时达 3.713 亿 t^[8];随着需求增长,未来世界大豆生产预计将上升,但高产国家进一步提高单产变得越来越困难,未来总产的提高应主要依靠改良中、低产国家耕地^[9];2018 年全球大豆库存小幅下调,但总产仍为历史新高、达 3.63 亿 t^[10-11]。因而世界大豆总产趋势预测(估算)方面的研究能够对中国大豆生产和政策调控提供借鉴,但该领域研究文章尚显缺乏。

学界对世界大豆生产态势的关注在研究方法上尚未见 ARIMA(auto-regressive integrated moving average)模型运用的报道。ARIMA 是常用的时间序列计量模型预测方法,其“时间序列”方法是以时间来集中反映若干影响因素的综合作用,无需考虑不同因子的贡献及互作,优点在于整体性和集成性。介于美国是当今世界大豆生产的头号大国、大豆是中美农产品贸易的主要作物,本文以中美及世界大豆生产态势为主要研究内容;从宏观上讲,影响大豆生产的因素主要是种植面积、单产水平和市场需求,故本研究从收获面积和单产水平的变化预测分析大豆生产态势。

1 材料与方法

1.1 材料

1961-2016 年世界及中美大豆收获面积、单产及总产统计值来自联合国粮农组织。

1.2 方法

采用 ARIMA 模型方法,即自回归单整移动平均模型,其完整表达式为 ARIMA(p, q, d)。其中,AR 是自回归, p 为自回归项;MA 为移动平均, q 为移动平均项数, d 为时间序列成为平稳序列时所做的差分次数。其中, p 值有 0 和 1; q 值有 0、1 和 2; d 值有 0、1 和 2。根据 p 、 q 和 d 值确定 ARIMA 模型的具体表达式,ARIMA 模型的具体表达式反映模型的基本特征。

运用 Eviews 软件构建 ARIMA 模型预测世界及中美大豆总产的逻辑步骤如下:首先,对 1961-2016 年统计值取对数,并检验“时间序列”的平稳性,(不平稳时)通过“差分”建立“平稳序列”;其次,基于“平稳序列”建立 ARMA(1,2)、ARMA(1,

1)、AR(1)、MA(2)和 MA(1)5 种基础模型,根据赤池信息准则(akaike info criterion 即 AIC),选择最佳(AIC 值最低)基础模型构建相应 ARIMA 模型,用于拟合 2012-2016 年水平,并将拟合值与实际值(统计数据)比较,检验拟合效度;最后,运用通过效度检验的 ARIMA 模型预测 2017-2021 年未来值。

本研究分别进行总产的直接预测和间接预测,后者为预测收获面积(近似于种植面积)和单产相乘计算总产。

1.3 数据分析

采用 F 统计计算概率。

2 结果与分析

2.1 1961-2016 年世界大豆产量

如图 1 所示,1961-2016 年,世界大豆总产呈波动中上升趋势,尤其是 20 世纪 90 年代中期以后上升较快;同期中国大豆总产波动较大,其中 2004 年最高,之后下降;同期美国大豆总产呈波动中上升趋势,但上升趋势不及世界大豆平稳。美国大豆总产占世界的份额在波动中下降,从 1961 年的 68.7%、1971 年的 70.2%、1981 年的 61.5%、1991 年的 52.6%、2001 年的 44.4%、2011 年的 32.2%,到 2016 年的 32.6%;而同期中国大豆总产占世界的份额几乎持续下降,从 1961 年的 23.3%、1971 年的 19.0%、1981 年的 10.6%、1991 年的 9.5%、2001 年的 8.7%、2011 年的 5.5%,下降到 2016 年的 3.3%。

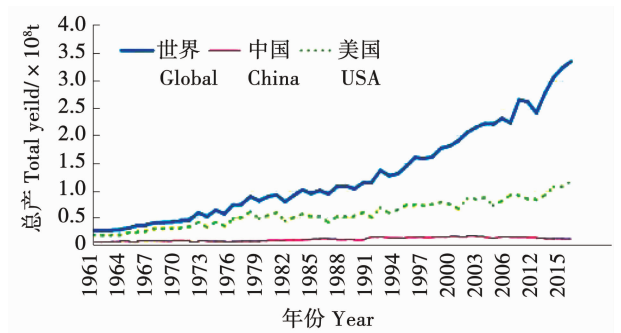


图 1 世界及中美大豆 1961-2016 年总产
Fig. 1 The variation trend of soybean production quantity of the world, China and the USA in 1961 to 2016

2.2 世界大豆 2017-2021 年总产预测

2.2.1 世界大豆 1961-2016 年总产“时间序列”平稳性检验 为了消除异方差,对世界大豆总产统计值取对数(记为 lnwsp)并进行“时间序列”平稳性检验。结果表明:世界大豆总产对数值“时间序列”非平稳、一阶差分(记为 Dlnwsp)“序列”平稳(表 1)。为此,基于 Dlnwsp 建立世界大豆总产的预测基础模型。

表 1 世界大豆总产 lnwsp 的 ADF 单位根检验

Table 1 ADF unit root test of time series lnwsp of global soybean yield

序列 Series	t 统计 t-Statistic	检验临界值 Test critical values			平稳性 Stationarity	概率 Probability
		1%	5%	10%		
lnwsp	-2.46	-4.14	-3.50	-3.18	不平稳	0.35
Dlnwsp	-13.18	-3.56	-2.92	-2.60	平稳	0.00

2.2.2 世界大豆总产预测模型的构建 为了选择最佳基础模型构建预测模型,逐步建立 5 种基础模型,其 AIC 值和概率值如表 2 所示。5 种基础模型中,概率值都小于 0.01,而 MA (1)模型的 AIC 值最低。

表 3 世界大豆总产 ARIMA(0,1,1) 预测模型的回归结果

Table 3 Regression result of ARIMA (0,1,1) model for predicting production quantity of global soybean

变量 Variable	系数 Coefficient	标准误 Std. Error	t	P
C	0.0461	0.0046	9.9767	0.0000
MA(1)	-0.5438	0.1157	-4.7014	0.0000
R 平方 R-squared	0.2879	因变量均值 Mean dependent var	0.0459	
调整的 R 平方 Adjusted R-squared	0.2744	因变量标准差 S. D. dependent var	0.0860	
回归标准误 S. E. of regression	0.0733	赤池信息准则值 Akaike info. criterion	-2.3534	
残差平方和 Sum squared resid	0.2846	施瓦茨准则值 Schwarz criterion	-2.2804	
对数似然值 Log likelihood	66.7183	H-Q 信息准则值 Hannan-Quinn criter	-2.3252	
F-统计量 F-statistic	21.4241	D. W. 统计值 Durbin-Watson stat	2.1926	
概率(F-统计) Prob(F-statistic)	2.4×10^{-5}			
AR 根倒数 Inverted AR Roots	0.5400			

世界大豆总产 ARIMA (0,1,1) 预测模型残差的 ADF 单位根检验结果如表 4 所示。世界大豆总产 ARIMA (0,1,1) 预测模型残差“序列”平稳性检验的 t 统计量低于所有检验水平临界值,表明模型的残差序列平稳。为此,ARIMA (0,1,1) 模型可用于拟合 2012 - 2016 年、预测 2017 - 2021 年世界大豆总产。

表 4 世界大豆总产 ARIMA (0,1,1) 预测模型残差的 ADF 单位根检验

Table 4 ADF unit root test of ARIMA (0,1,1) model's residual for production quantity of global soybean

序列 Series	t 统计 t -Statistic	检验临界值 Test critical values			平稳性 Stationarity	P
		1%	5%	10%		
e	-7.97	-3.56	-2.92	-2.60	平稳	0.00

2.2.3 世界大豆 2017 - 2021 年总产的直接预测 运用 ARIMA (0,1,1) 模型拟合的世界大豆 2012 -

表 2 世界大豆总产预测基础模型的 AIC 值和概率值

(F - 统计)

Table 2 AIC and probability(F-statistic) values of basic models for predicting production quantity of global soybean

模型 Model	赤池信息准则值 AIC	P
ARMA (1,2)	-2.30	0.000278
ARMA (1,1)	-2.33	0.000076
AR (1)	-2.34	0.000027
MA (2)	-2.35	0.000066
MA (1)	-2.35	0.000024

为此,基于 MA (1) 模型构建 ARIMA (0,1,1) 预测模型(表 3)。

2016 年总产如表 5 所示。2012 年总产明显低于前后年份,除此之外 2013 - 2016 年世界大豆总产拟合值与实际值之差的绝对值均低于 10% (拟合值比实际值更平稳),通过拟合效度检验。因此,可进行 2017 - 2021 年未来值预测。

表 5 世界大豆 2012 - 2016 年总产拟合值与实际值

Table 5 The fitted and actual values of production quantity of global soybean in 2012 to 2016 (t)

年份 Year	实际值 Actual	拟合值 Fitted	差值 Difference/%
2012	2.41×10^8	2.80×10^8	16.1
2013	2.78×10^8	2.93×10^8	5.6
2014	3.06×10^8	3.07×10^8	0.2
2015	3.23×10^8	3.21×10^8	-0.7
2016	3.35×10^8	3.37×10^8	0.6

运用 ARIMA (0,1,1) 模型预测的世界大豆 2017 - 2021 年总产如表 6 所示。基于 2012 - 2016 年拟合效度,2017 - 2021 年预测值具有相应信度。

表 6 基于 ARIMA (0,1,1) 模型的 2017 – 2021 年
世界大豆总产预测值

年份 Year	2017	2018	2019	2020	2021
单产 Yield	3.53×10^8	3.69×10^8	3.87×10^8	4.05×10^8	4.24×10^8

2.2.4 基于收获面积和单产的世界大豆 2017 – 2021 年总产间接预测 以上为基于世界大豆总产历年统计值直接预测未来值。基于收获面积和单产的预测结果如下:根据 1961 – 2016 年世界大豆收获面积对数值的一阶差分“序列”(平稳性检验的 t 统计量为 -7.47 、1% 检验临界值为 -3.56)及基础模型[AIC 值分别为 ARMA(1,2)模型 -3.37 、ARMA(1,1)模型 -3.45 、AR(1)模型 -3.41 、MA(2)模型 -3.41 和 MA(1)模型 -3.42]构建 ARIMA(1, 1,1)模型(残差序列平稳性检验的 t 统计量为 -6.80 、1% 检验临界值为 -3.56),2012 – 2016 年拟合值比实际值分别减少 1.3%、3.6%、6.5%、6.5% 和 3.7%,2017 – 2021 年世界大豆收获面积预测值分别为 1.20×10^8 、 1.23×10^8 、 1.27×10^8 、 1.31×10^8 和 1.34×10^8 hm^2 。基于 1961 – 2011 年世界大豆单产对数值“序列”(平稳性检验的 t 统计量为 -5.47 、1% 检验临界值为 -4.13)及基础模型[AIC 值分别为 ARMA(1,2)模型 -2.98 、ARMA(1,1)模型 -3.01 、AR(1)模型 -2.98 、MA(2)模型 -3.02 和 MA(1)模型 -3.02]构建 ARIMA(0,1,0)模型,残差序列的平稳性检验为 t 统计量 $= -8.11$ 、1% 检验临界值 $= -3.56$,2012 和 2013 年世界大豆单产拟合值比实际值分别增加 10.1% 和 2.4%、2014 – 2016 年世界大豆单产拟合值比实际值分别减少 0.2%、1.3% 和 2.7%,2017 – 2021 年世界大豆单产预测值分别为 2 724、2 767、2 811、2 855 和 2 900 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。为此,2017 – 2021 年世界大豆总产分别为 3.27×10^8 、 3.40×10^8 、 3.57×10^8 、 3.74×10^8 和 3.89×10^8 t。该预测结果比基于总产统计值的预测结果分别低 8.0%、8.4%、9.0%、8.3% 和 9.1%,但理论上更接近现实,因为同时考虑了收获面积和单产的变化。例如,2017 年实际总产为 3.37×10^8 t,直接预测为 3.53×10^8 t,间接预测为 3.27×10^8 t。

2.3 中国大豆 2017 – 2021 年总产直接和间接预测

运用 ARIMA 模型直接预测 2021 年前中国大豆总产的结果为:基于 1961 – 2016 年中国大豆总产对数值的一阶差分“序列”(平稳性检验的 t 统计量为 -9.53 、1% 检验临界值为 -3.56)及基础模型[AIC 值分别为 ARMA(1,2)模型 -1.36 、ARMA(1,1)模型 -1.40 、AR(1)模型 -1.38 、MA(2)模型 -1.41

和 MA(1)模型 -1.44]构建 ARIMA(0,1,1)模型(残差序列的平稳性检验为 t 统计量 $= -6.92$ 、1% 检验临界值 $= -3.56$),2012 – 2016 年中国大豆总产拟合值比实际值分别减少 13.2% (因 2012 年总产较高)、4.6%、4.6%、0.7% 和 1.4%。因此,2017 – 2021 年中国大豆总产预测值分别为 1.20×10^7 、 1.21×10^7 、 1.22×10^7 、 1.24×10^7 和 1.25×10^7 t。

基于收获面积和单产,运用 ARIMA 模型预测 2017 – 2021 年中国大豆总产的结果为:基于 1961 – 2016 年中国大豆收获面积对数值的一阶差分“序列”(平稳性检验的 t 统计量为 -7.501 、1% 检验临界值为 -3.56)及基础模型[AIC 值分别为 ARMA(1,2)模型 -2.53 、ARMA(1,1)模型 -2.49 、AR(1)模型 -2.42 、MA(2)模型 -2.58 和 MA(1)模型 -2.46]构建 ARIMA(0,2,1)模型,残差序列的平稳性检验为 t 统计量 $= -7.22$ 、1% 检验临界值 $= -3.56$,2012 年中国大豆收获面积拟合值比实际值减少 1.7%,2013 – 2016 年中国大豆收获面积拟合值比实际值分别增加 3.1%、2.2%、6.2% 和 3.3%。2017 – 2021 年中国大豆收获面积预测值分别为 6.81×10^6 、 6.77×10^6 、 6.72×10^6 、 6.68×10^6 和 6.63×10^6 hm^2 。基于 1961 – 2016 年中国大豆单产对数值的一阶差分“序列”(平稳性检验的 t 统计量为 -12.07 、1% 检验临界值为 -3.56)及基础模型[AIC 值分别为 ARMA(1,2)模型 -2.07 、ARMA(1, 1)模型 -1.10 、AR(1)模型 -1.98 、MA(2)模型 -2.02 和 MA(1)模型 -2.01]构建 ARIMA(1,2,1)模型,残差序列的平稳性检验为 t 统计量 $= -7.75$ 、1% 检验临界值 $= -3.56$,2012 – 2016 年中国大豆单产拟合值比实际值分别减少 3.9%、增加 0.2%、减少 0.2%、减少 0.5%、增加 1.2%,2017 – 2021 年中国大豆单产预测值分别为 1 845、1 866、1 887、1 908 和 1 930 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。收获面积乘以单产得出 2017 – 2021 年中国大豆总产分别为 1.26×10^7 、 1.26×10^7 、 1.27×10^7 、 1.27×10^7 和 1.28×10^7 t,该结果比直接根据中国大豆总产统计值的预测结果分别高 4.5%、4.2%、3.8%、2.7% 和 2.3%。

2.4 美国大豆 2017 – 2021 年总产直接和间接预测

运用 ARIMA 模型直接预测 2021 年前美国大豆总产的结果为:基于 1961 – 2016 年美国大豆总产对数值的一阶差分“序列”(平稳性检验的 t 统计量为 -12.36 、1% 检验临界值为 -3.56)及基础模型[AIC 值分别为 ARMA(1,2)模型 -1.33 、ARMA(1, 1)模型 -1.36 、AR(1)模型 -1.37 、MA(2)模型 -1.38 和 MA(1)模型 -1.40]构建 ARIMA(0,1,1)模型,残差序列的平稳性检验为 t 统计量 $= -7.67$ 、

1% 检验临界值 = -3.56, 2012 - 2016 年美国大豆总产拟合值比实际值分别增加 20.1% (因 2012 年统计值明显较低)、增加 12.7%、减少 0.8%、增加 2.8% 和减少 3.6%, 2017 - 2021 年美国大豆总产预测值分别为 1.17×10^8 , 1.21×10^8 , 1.25×10^8 , 1.30×10^8 和 1.34×10^8 t。

基于收获面积和单产, 运用 ARIMA 模型预测 2021 年前美国大豆总产的结果为: 基于 1961 - 2016 年美国大豆收获面积对数值的一阶差分“序列”(平稳性检验的 t 统计量为 -8.52、1% 检验临界值为 -3.56) 及基础模型 [AIC 值分别为 ARMA(1,2) 模型 -2.62、ARMA(1,1) 模型 -2.63、AR(1) 模型 -2.63、MA(2) 模型 -2.64 和 MA(1) 模型 -2.65] 构建 ARIMA(0,1,1) 模型, 残差序列的平稳性检验为 t 统计量 = -7.38、1% 检验临界值 = -3.56, 2012 - 2016 年美国大豆收获面积拟合值比实际值分别增加 0.3%、增加 2.1%、减少 3.7%、减少 1.0%、增加 0.1%, 2017 - 2021 年美国大豆收获面积预测值分别为 3.42×10^7 , 3.49×10^7 , 3.56×10^7 , 3.64×10^7 和 3.71×10^7 hm^2 ; 基于 1961 - 2011 年美国大豆单产对数值“序列”(平稳性检验的 t 统计量为 -7.66、1% 检验临界值为 -4.13) 及基础模型 [AIC 值分别为 ARMA(1,2) 模型 -2.28、ARMA(1,1) 模型 -2.32、AR(1) 模型 -1.94、MA(2) 模型 -2.33 和 MA(1) 模型 -2.36] 构建 ARIMA(0,1,0) 模型, 残差序列的平稳性检验为 t 统计量 = -7.66、1% 检验临界值 = -3.56, 2012 - 2016 年美国大豆单产拟合值比实际值分别增加 13.4% (因 2012 年统计值明显低于前后年份)、增加 4.2%、减少 2.3%、减少 2.0% 和减少 8.4%, 2017 - 2021 年美国大豆单产预测值分别为 3 246, 3 287, 3 329, 3 372 和 3 415 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。收获面积乘以单产得 2017 - 2021 年美国大豆总产分别为 1.11×10^8 , 1.15×10^8 , 1.18×10^8 , 1.23×10^8 和 1.27×10^8 t。该预测结果比基于美国大豆总产统计值的直接预测结果分别低 5.4%、5.5%、5.5%、5.9% 和 5.8%。

2.5 中美及世界大豆 1961 - 2021 年生产态势

如图 2 所示, 1961 - 2021 年, 世界大豆收获面积在轻微波动中上升, 美国大豆收获面积也在轻微波动中上升、但上升速度远不及前者, 而 1961 - 2016 年中国大豆收获面积总体上在缓慢下降。例如, 1961 年中美大豆收获面积分别占世界的 42.0% 和 45.9%、2016 年分别下降到 5.5% 和 27.6%、2021 年预计分别为 4.9% 和 27.97%。可见, 中国大豆收获面积份额下降之巨。

如图 3 所示, 1961 - 2021 年, 世界及美国大豆单

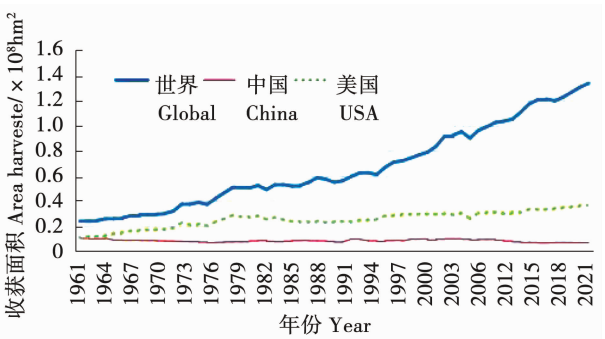


图 2 1961 - 2021 年世界及中美大豆收获面积变化趋势
Fig. 2 The variation trend of soybean area harvested of the world, China and USA in 1961 to 2021

产均在波动中提高, 二者几乎同步、但美国大豆单产波动更大; 1961 - 2002 年中国大豆单产在波动中提高、之后表现出波动中有所下降, 中国大豆单产低于世界水平、更低于美国大豆单产。例如, 1961 年世界及中美大豆单产分别为 1 129, 626 和 1 690 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$, 而 2016 年分别为 2 756, 1 802 和 3 501 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$, 2021 年预计分别为 2 900, 1 930 和 3 415 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。可见, 中国大豆单产水平有待提高。

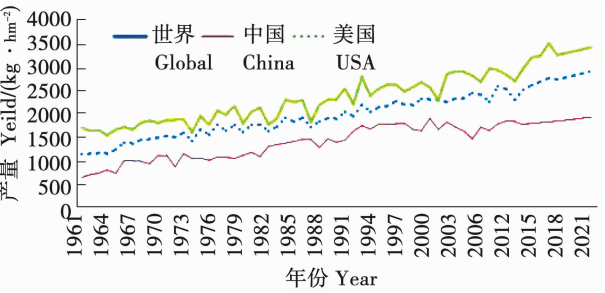


图 3 1961 - 2021 年世界及中美大豆单产变化趋势
Fig. 3 The variation trend of soybean yield of the world, China and USA in 1961 to 2021

总产取决于收获面积和单产。理论上讲, 单产表现为不断提高的趋势, 因为世界各国都在增加科技和生产投入来提升单产水平; 收获面积反映的是种植面积, 既可能增加也可能减少, 后者原因如种植结构调整或城镇化导致的耕地面积下降; 收获面积和单产都上升时总产上升更快, 二者都下降时总产下降更大; 收获面积下降的程度大于单产, 则总产下降, 反之总产依然上升。如图 4 所示, 1961 - 2021 年, 世界及美国大豆总产均在波动中上升, 世界大豆总产上升更快; 1961 - 2004 年中国大豆总产在波动中上升、之后表现出波动中有所下降。1961 年中美大豆总产分别占世界的 23.3% 和 68.7%、2016 年分别下降到 3.6% 和 35.0%、2021 年预计分别为 3.3% 和 32.6%。2016 年排名第二、第三的巴西和阿根廷, 大豆总产占世界的份额分别为 27.8% 和 17.0%。可见, 中国大豆总产占世界份额下降之大。这是我国大量进口大豆的原因和反映。

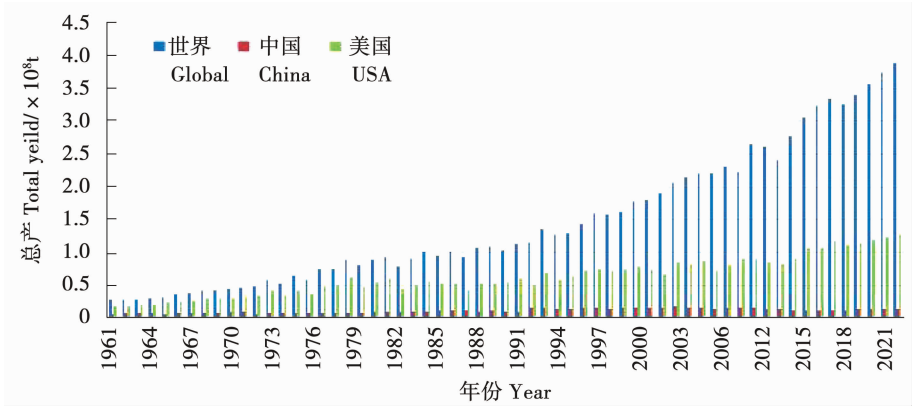


图4 1961 – 2021 年世界及中美大豆总产变化趋势

Fig. 4 The variation trend of soybean total yield of the world, China and USA in 1961 to 2021

3 讨 论

本研究以“时间序列”方法中著名的 ARIMA 模型,预测分析世界及中美大豆收获面积、单产及总产,该方法以“时间”(年份)为自变量,以大豆(收获面积、单产及)总产为因变量,不考虑因变量的具体影响因素。这是一种简化但科学的预测分析方法。只要因变量随时间推移表现出某种变化趋势,模型运行过程中符合相应检验要求,则预测结果有效。例如:2017 年中美及世界大豆实际总产分别为 1.42×10^7 、 1.20×10^8 和 3.37×10^8 t,预测结果分别为 1.26×10^7 、 1.11×10^8 和 3.27×10^8 t,分别相差 11.27%、7.50% 和 2.97%,总体吻合。

世界大豆生产态势的预测研究鲜见文献报道。如前所述,Masuda 等^[3]运用指数平滑模型预测分析分值指出,1961 – 2007 年间世界大豆生产年增长 4.6%,2030 年前世界大豆生产年增长 2.2%。本研究得出,世界大豆总产 1961 – 2007 年间年增长 5.1%、1961 – 2021 年间年增长 4.9%,预测结果略高于前者,但总体上一致。本研究运用的 ARIMA 模型,预测时段一般为未来 5 年,时段越长、信度越低,故未预测至 2030 年。

预测过程表明:世界大豆收获面积、单产及总产都表现出较高的数据平稳性及规律性,因而预测结果具有较高信度;中国大豆收获面积、单产及总产都表现出相对小的数据平稳性及规律性,因而预测结果的信度较低,不排除有统计数据质量方面的因素;美国大豆收获面积、单产及总产统计值的平稳性及规律性虽不及世界大豆,但优于我国。2017 年的总产实际值也印证了这一点。

4 结 论

本研究以“时间序列”方法中著名的 ARIMA 模型,预测分析世界及中美大豆收获面积、单产及总产,旨在为我国大豆生产及进口提供决策参考信息。结果表明世界大豆收获面积在扩大、单产在提高、总产在增加,中国大豆收获面积在缓慢缩小、单产在提高,2004 年后总产在减少,美国大豆收获面

积在扩大、单产在提高、总产在增加。

本文仅从大豆收获面积、单产及总产预测分析世界及中美大豆生产态势,未从其他方面(如国际市场供需)展开分析,因而仅能提供相应有限的决策参考信息。

参考文献

[1] 潘崇义,薛洁. 世界大豆的发展与预测[J]. 农业系统科学与综合研究, 1995, 11(1): 59-62. (Pan C Y, Xue J. The development and projection of global soybean[J]. System Sciences and Comprehensive Studies in Agriculture, 1995, 11(1): 59-62.)

[2] 蓝昊,宣亚南. 世界大豆贸易格局的演变及对我国的启示[J]. 国际贸易问题, 2008, 34(6): 39-44. (Lan H, Xuan Y N. The variation situation of global soybean's trade and its reference to China[J]. Journal of International Trade, 2008, 34(6): 39-44.)

[3] Liu X Q, Wen J A, Ren H X, et al. Genetic variation of world soybean maturity date and geographic distribution of maturity groups[J]. Breeding Science, 2017, 67(3): 221-232.

[4] Hartman G L, West E D, Herman T K. Crops that feed the world: Soybean-world wide production, use, and constraints caused by pathogens and pests [J]. Food Security, 2011, 3(1): 5-17.

[5] 王友华,蔡晶晶,杨明,等. 全球转基因大豆专利信息分析与技术展望[J]. 中国生物工程杂志, 2018, 38(2): 116-125. (Wang Y H, Cai J J, Yang M, et al. Patent information analysis and technical prospect on global transgenic soybean[J]. Journal of Chinese Biotechnology, 2018, 38(2): 116-125.)

[6] 顾巍. 未来全球大豆贸易格局或发生变化[J]. 黑龙江粮食, 2018(4): 19-20. (Gu W. Trade pattern of global soybean may change in the future[J]. Journal of Heilongjiang Grain, 2018 (4): 19-20.)

[7] 李春顶. 大豆进口零关税给全球贸易送来清凉[N]. 21 世纪经济报道, 2018-07-02. (Li C D. Zero tariff of soybean import leaves global trade cool and refreshing[N]. 21st Century Business Herald, 2018-07-02.)

[8] Masuda T, Goldsmith P D. World soybean production: Area harvested, yield, and long-term projections[J]. International Food and Agribusiness Management Review, 2009, 12(4): 143-161.

[9] 蔡承智,张建成,梁颖. 基于 ARIMA 模型的世界大豆单产预测分析[J]. 大豆科学, 2018, 37(3): 452-457. (Cai C Z, Zhang J W, Liang Y. Analysis of global soybean yield projected by ARIMA model[J]. Soybean Science, 2018, 37(3): 452-457.)

[10] 赵燕. 全球供应依然宽松 大豆市场继续承压[N]. 期货日报, 2018-02-12. (Zhao Y. Global supply is still loose, soybean market continuously bears pressure [N]. Futures Daily, 2018-02-12.)