

# 基于 ARIMA 模型和 GARCH 模型的 美元指数波动性分析

王未卿 吕 亚

(北京科技大学经济管理学院金融工程系 北京 100083)

**【摘要】**美元指数在金融危机前后出现了耐人寻味的变化,其波动影响着国际经济、政治格局。本文运用自回归单整移动平均时间序列(ARIMA 模型)和广义自回归条件异方差时间序列(GARCH 模型)的方法分析美元指数,采集大量历史样本数据,对其波动特性进行实证研究。运用 ARIMA 模型对未来短期美元指数走向进行预测,表明美元指数的波动有一定的规律。同时,对美元指数建立用于描述大量金融时间序列的 GARCH(1,1)模型,通过模型的定阶、检验、预测发现 GARCH 模型有较好的预测较长期整体走势的能力。

**【关键词】**美元指数 时间序列 ARIMA 模型 GARCH 模型

出自纽约棉花交易所(NYCE)的美元指数(USDIX)是综合反映美元在国际外汇市场的汇率情况的指标,用来衡量美元对一揽子货币的汇率变化程度,是一种衡量各种货币强弱指标的。由于地位的特殊性,美元指数的波动对全球的影响不容忽视,本文选取美元指数历史数据,对其自身走势进行较详细的分析,探索其波动特性,达到运用历史数据对未来走势进行预测的目的。

## 一、文献综述

国外有关美元走势的研究文献大量侧重于分析美元与其他国家货币之间汇率的变动及其所带来的影响,如 Sung C. Bae 等学者提出了美元汇率变动对美国财政赤字的重要影响。国外学者大多善于利用发展成熟的时间序列模型分析问题,一方面对美元汇率的研究与预测也历来重视:Axel Grossmann 和 Mac W. Simpson 从购买力评价关系角度出发对人民币美元汇率进行预测;另一方面也重视分析美元的变动与其他经济变量之间的关系。

国内许多文献也都对美元指数进行了分析研究。其中石油与黄金价格与美元指数关系是这个领域研究的重要两个方向,如杨凤梅解析美元指数与黄金价格的正负相关关系。也有学者将整个中国经济的发展变化将美元指数加以联系,如王钧临美元指数走势与中国泡沫进程的关系;其次还有对于时间序列 ARIMA 模型和 GARCH 模型实证方面的研究,郭元就对人民币汇率预测模型进行了分析。时间序列模型在分析金融时序中发挥了强大的作用。

## 二、美元指数 ARIMA 模型的建立与预测

**1. 数据选取。**考虑到时间周期长短的变化,本文以周为采样间隔,选取 2001 年 1 月 6 日至 2011 年 3 月 20 日之间共 535 周的每周美元指数的收盘点数作为样本数据。其中数据来源于大智慧证券信息港软件,全球指数中美元指数

数据。

## 2. 美元指数时间序列的数据处理。

(1)平稳性的单位根检验。其检验结果检验 t 统计量值是 -1.196 840,比显著性水平为 10%的临界值都大,所以序列存在单位根,是非平稳的。

(2)差分方程。通过 Eviews 软件,先对该序列取自然对数再进行差分运算进行试算,发现美元指数时间序列为 2 阶单整序列,通过两次差分变为平稳序列,设定序列为 usdxd2,由软件试算结果可以得到 t 统计量值是 -15.46,小于显著性水平为 1%的临界值,所以至少可以在 99%的置信度下拒绝原假设,认为二阶差分序列美元指数不存在单位根。

## 3. 美元指数 ARIMA 模型的识别。

(1)模型的识别分析。在 Eviews 软件中建立二阶差分序列 usdxd2 的自相关函数和偏自相关函数如图 1:

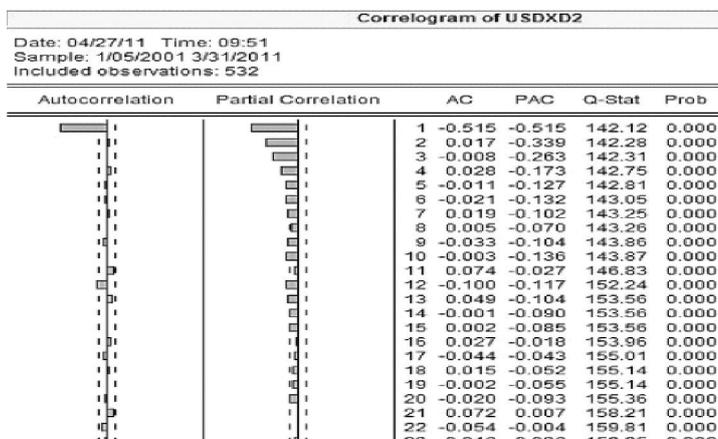


图 1 差分序列 usdxd2 的自相关和偏自相关函数

从图 1 中我们可以看到,它们都是拖尾的,因此可以设定为 ARIMA 模型。自相关系数 1、2 阶都是显著的,并且从 k=3 开始下降很大,数值也不太显著,很快地趋于 0,因此先设定 q

值为 2, 偏自相关函数 1~7 阶都很显著, 并且从第 8 阶开始下降很大, 因此我们先设定 p 的值为 7, 于是对于序列 usdxd2, 我们初步建立了 ARIMA(7, 2) 模型。

(2) 模型的定阶。利用 Eviews 软件建立模型, 进行多组 (p, q) 值的识别检验, 平稳序列 usdxd2 可以拟合下表所示 4 种模型, 根据 AIC 和 SC 取值最小原则, 我们最终确定 p=1, q=2, 及 ARIMA(1, 2) 模型。

平稳序列 usdxd2 拟合的 4 种 ARIMA 模型及其 AIC 值、SC 值

ARIMA 模型	AIC 值	SC 值
p=1, q=1	-5.991 844	-5.967 693
p=1, q=2	-6.006 240	-5.982 088
p=2, q=1	-5.991 908	-5.967 722
p=2, q=2	-5.311 106	-5.286 919

4. 美元指数 ARIMA 模型的检验。在软件 Eviews 中, 利用自相关分析图直观判断: 当 k<20 时, 残差序列的自相关函数都落入随机区间, 自相关系数 (AC) 的绝对值几乎都小于 0.1, 与 0 无明显差异, 表明残差序列是纯随机的, 建立的模型 ARIMA(1, 2) 通过检验。

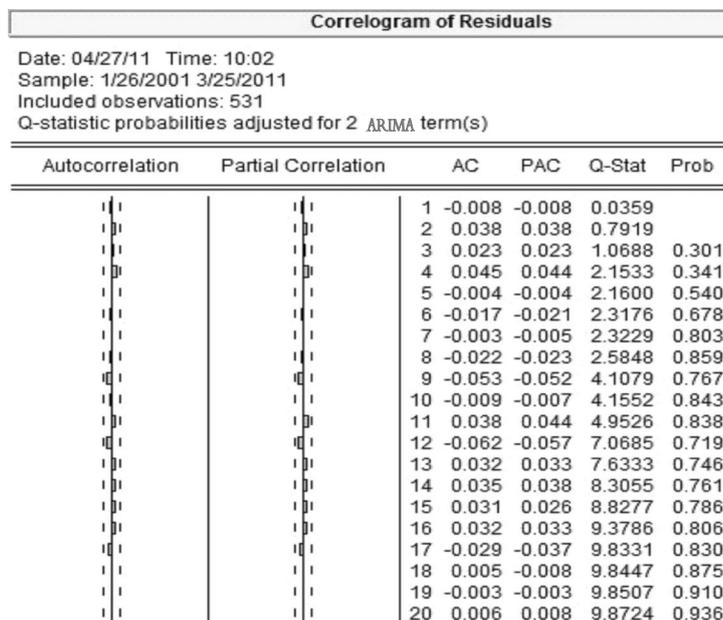


图 2 模型 ARIMA(1, 2) 的残差序列  $\chi^2$  检验输出结果

5. 美元指数 ARIMA 模型的预测分析。采用 Dynamic 来估计 2011 年 3 月到 2011 年 4 月的美元指数数据, 得到如图 3 所示的预测结果:

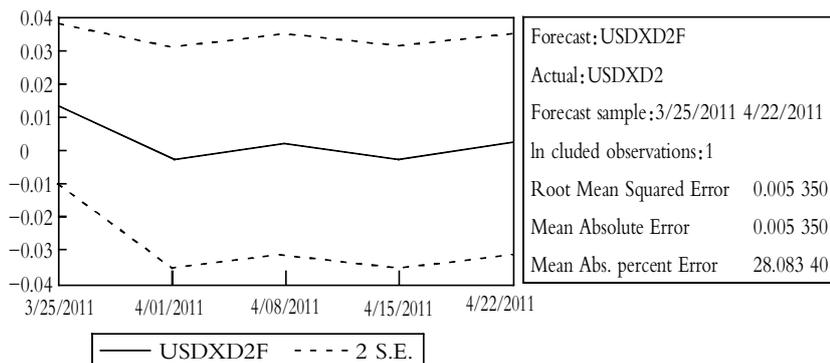


图 3 利用模型得到的 4 月份预测结果

可以看到四月份美元指数的波动趋势先下降, 然后有规律地在一定范围内波动, 达到了一定的预测效果, 说明所建立的模型对美元指数的历史数据走势有较强的描述作用。将预测区间加长, 上升到预测六个月的美元指数走势, 发现其折线图呈完全地上下有规律的波动趋势, 预测效果不佳, 达不到预期的长期预测效果。

### 三、美元指数 GARCH 模型的建立与运用

#### 1. GARCH 模型的建立过程。

(1) GARCH 模型的识别。不少学者应用 GARCH 模型对跟汇率有关的金融时序进行分析: 李志斌、刘园就基于 ARCH 类模型就人民币汇率波动特性进行了分析, 通过对比几种 ARCH 模型, 找到了其中更为适合的模型; 陈雁云、何维达就人民币汇率与股价的 ARCH 效应进行了检验及模型分析。

同建立 ARIMA 模型时的数据处理一样, 本文将不平稳的美元指数时间序列进行自然对数处理, 其不平稳特征仍然比较明显。采用对残差作 p=2 阶的序列自相关拉格朗日乘数法 (LM 法) 检验可以看到, LM 检验的相伴概率为 0.757 7 > 0.555 0, 故不存在自相关性。考虑采用 ARCH 的拉格朗日乘子检验 (ARCH-LM) 进行残差检验, 检验残差序列中的自回归条件异方差性, 看是否存在 AECH 效应。由低阶到高阶以此进行检验都是显著的, 即残差序列存在高阶 ARCH(q) 效应, 基于此本文建立 GARCH 模型对序列进行描述。

(2) GARCH 模型的建立与检验。采用能够描述大量金融时间序列数据的 GARCH(1, 1) 模型来对美元指数预测模型进行估计, 利用 Eviews 软件得到模型参数估计与检验结果如下图 4。

观察得到, 模型中  $0.07 + 0.8964 = 0.9664 < 1$ 。满足参数约束条件, 主模型中, 变量  $lusdxt-1$  的系数估计值为 0.8964 近似为 1, 表明是单位根检验过程。模型的 AIC 值为 -6.04, SC 值为 -0.61, 都较小, 可以认为该模型较好地拟合了数据。模型如下:

$$y_t = 0.9998 + \varepsilon_t$$

$$h_t = 4.90E-06 + 0.07\varepsilon_{t-1}^2 + 0.8964h_{t-1}$$

其中:  $\varepsilon_t$  是一个平稳过程;  $h_t$  是时间序列过程本身。

#### 2. GARCH 模型的预测。

本文运用 Eviews 中 Dynamic 多步向前预测的方法, 根据所选择的一定的估计区间滚动向前, 对未来一年的美元指数走势进行预测。模型估计区间为 2001 年 1 月 17 日至 2011 年 3 月 31 日, 模型预测区间为 2011 年 3 月 31 日至 2012 年 3 月 31 日, 看到预测出 2012 年美元指数的整体向下的趋势。折线图如图 5 所示:

Dependent Variable: LUSD<sub>X</sub>

Method: ML-ARCH (Marquardt)-Normal distribution

Date: 05/12/11 Time: 12:53

Sample (adjusted): 1/12/2001 3/25/2011

Included observations: 533 after adjustments

Convergence achieved after 97 iterations

Presample variance: backcast (parameter=0.7)

$$\text{GARCH} = C(2) + C(3) * \text{RESID}(-1)^2 + C(4) * \text{GARCH}(-1)$$

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
LUSD <sub>X</sub> (-1)	0.999 819	0.000 109	9 164.146	0.000 0

C	4.90E-06	3.51E-06	1.394 140	0.163 3
RESID(-1) <sup>2</sup>	0.070 000	0.026 522	2.639 252	0.008 3
GARCH(-1)	0.896 498	0.043 014	20.841 79	0.000 0
R-squared	0.992 266	Mean dependent var	4.488 798	
Adjusted R-squared	0.992 222	S.D. dependent var	0.136 576	
S.E. of regression	0.012 045	Akaike info criterion	-6.046 859	
Sum squared resid	0.076 747	Schwarz criterion	-6.014 750	
Log likelihood	1 615.488	Hannan-Quinn criter	-6.034 294	
Durbin-Watson stat	1.996 147			

图4 GARCH(1,1)模型参数估计及检验

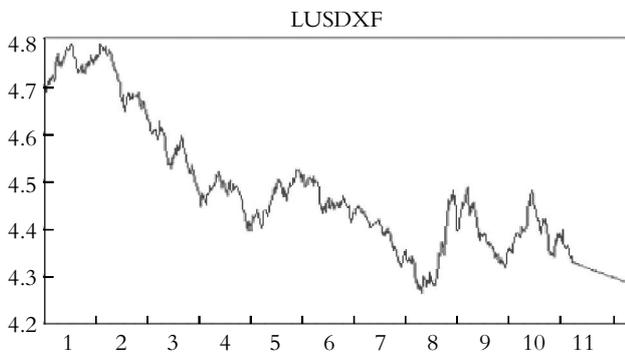


图5 拓展样本期进行预测后折线图

### 3. 模型的预测能力比较分析。

(1)模型估计的有效性比较。ARIMA模型着重对整个美元指数时间序列的变化规律性做出估计，建立在对原始美元指数时间序列进行平稳化处理变为随机时间序列的基础上的，因此有可能省掉了部分对整体趋势影响较小但同样具有影响作用的个别因素。

GARCH模型着眼点是分析时间序列的随机扰动项条件方差的变化，对美元指数十年来的时序值的随机扰动项进行建模，更充分地提取残差中的信息，对序列的描述更为精确，将序列条件异方差性考虑在内建立突出美元指数更为细致的变动趋势。

(2)模型预测的有效性比较。两个模型的预测原理都是线

性最小均方误差预测，即选择合适的函数形式，使得预测均方误差最小，利用多步预测得到可靠的预测值。

运用ARIMA模型进行预测是一种精度较高的时序短期预测方法。只对2011年4月这一个月进行预测，得到了美元指数先是下降，然后在一定的小范围波动的结果。

再看看GARCH模型的预测结果，用迭代计算多步预测2011年3月到2012年3月的美元指数波动趋势，结果显示美元指数在一定范围内呈整体下降趋势，趋势线是一条较为平滑的折线，在整个预测区间内并没有较大幅度的变化。由此看出GARCH模型的预测重视预测整体趋势，关心预测对象在一定时间内的大体走向，得不到对上升下降小幅波动的较强预测结果，但对整体走势的预测结果是值得参考的。

### 四、结论

本文从美元指数自身角度出发研究美元指数波动特性，采集十年以来的美元指数样本数据，得到ARIMA(1,2)模型和GARCH(1,1)模型，最终得到了较为理想的长期预测结果。十年来美元指数每周收盘指数表现了确定的下降趋势，根据这个趋势建立了描述时间序列变化特性的ARIMA模型和GARCH模型，得到了美元指数波动的以下规律：①美元指数在总体上虽呈下降趋势，但分段观察其波动是较为频繁的，这种波动的剧烈性时间序列模型无法准确描述，因为其模型是建立在对数据的平滑后基础之上的。②美元指数的走势受历史走向一定的影响，但影响范围有限，这点可以从ARIMA模型的预测过程中看出来。该模型对于短期预测具有较好的效果，但长期预测就不太准确，分析者应注意美元指数大的波动周期，注意当前走势的变化。

### 主要参考文献

1. Bae SC, Taek KT. Foreign exchange rate exposure and risk premium in international investments: Evidence from American depositary receipts Journal of Multinational Financial Management, 2008; 18
2. Grossmann A, Marc WSW. Forecasting the Yen/U.S. Dollar exchange rate: Empirical evidence from a capital enhanced relative PPP-based model. Journal of Asian Economics, 2010; 21
3. 杨凤梅. 蝴蝶的翅膀——解析美元指数与黄金价格. 中国外汇, 2008; 4
4. 王钧临. 美元指数走势与中国泡沫进程的关系. 中国市场, 2010; 29
5. 郭元. 人民币汇率预测的相关模型介绍和实证研究. 中国高新技术企业, 2010; 35
6. 邹建军, 张宗益, 秦拯. GARCH模型在计算我国股市风险价值中的应用研究. 系统工程理论与实践, 2003; 23
7. 陈雁云, 何维达. 人民币汇率与股价的ARCH效应检验及模型分析. 集美大学学报(哲学社会科学版), 2006; 9