

基于 ARMA 模型的银行间同业拆借利率预测

宋 华,姚晓军

(安徽大学 经济学院,安徽 合肥 230601)

[摘 要] 通过构建具有更高自回归阶数 p 与偏自回归阶数 q 的 ARMA 模型,在现有文献对中国银行间同业拆借利率(CHIBOR)研究的基础上,对上海银行同业间拆借利率(SHIBOR)进行估计与预测,检验了 ARMA 模型的预测效果。结果显示,模型短期预测能力较好,而对于长期预测,则误差波动较大,预测能力较差。针对这一截然不同的现象,从货币政策与心理预期两个方面给出了可能的解释。

[关键词] 同业拆借利率;ARMA 模型;单位根检验

[中图分类号] F832 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1009-9530(2018)02-0011-05

一、引言

利率在一定意义上可视为货币的价格,在金融市场中的作用非常重要。这主要有两个方面的原因,首先,通过对利率水平的研究与分析,能够了解到金融市场的变化以及整个经济的基本状况。其次,中央银行采取货币政策对宏观经济进行调控的时候,其媒介就是利率。

各银行在日常经营活动中会经常发生头寸不足或盈余的情况,银行同业间为了互相支持对方业务的正常开展,并使多余资金产生短期收益,就产生了银行同业间的资金拆借交易。所谓同业拆借利率,指的正是金融机构同业之间的短期资金借贷利率,它是利率的一种特殊形式。同业拆借利率包括两个部分,分别为拆进利率和拆出利率,其中拆进利率表示金融机构愿意借款的利率,拆出利率表示金融机构愿意贷款的利率。同业拆借利率可以视为拆借市场的资金价格,它能够及时、灵敏、准确地反映货币市场乃至整个金融市场短期资金供求关系,是货币市场的核心利率,在整个金融市场上具有代表性。当同业拆借率持续上升时,反映资金需求大于供给,预示市场流动性可能下降,当同业拆借利

率下降时,则反映资金需求小于供给,预示着市场流动性可能上升。

1996 年我国首次实现同业拆借利率市场化,迈出利率市场化的第一步,直至今天,随着同业拆借市场交易量的激增,同业拆借利率的波动也日益加剧,商业银行在进行资产负债配置和利率风险管理上的难度与十几年前相比已不可同日而语。与此同时,中央银行在实施货币政策时对利率的变动也难以估计,以至于货币政策的实际效果往往与预期目标相去甚远。因此,如果能通过建立计量模型,在一定准确度上对未来短期利率进行预测估计,就能通过提高中央银行的金融监控效果提高货币政策效率,同时,也能帮助商业银行进行合理资产负债配置以规避利率风险。

二、文献综述

我国近年来一直以实现利率市场化为目标,而同业拆借市场是实现利率市场化最早的市场之一,黄志勇^[1]分别研究同业拆借市场利率、国债回购市场利率、中央银行基准利率同我国同业拆借市场各期利率之间的关系,同时分析了同业拆借市场对货币供应量的影响,得出货币供应量与

同业拆借市场利率之间存在反向关系,但同业拆借市场利率对不同口径的货币供应量影响不同的结论^[1]。

目前,我国大部分学者主要采用自回归移动平均模型 ARIMA 对同业拆借利率进行预测。所谓 ARIMA 模型,指的是首先将非平稳时间序列转化为平稳时间序列,然后将因变量仅对它的滞后值以及随机误差项的现值和滞后值进行回归所建立的模型。根据原序列是否平稳以及回归中所含部分的不同,ARIMA 模型又可分为移动平均过程(MA)、自回归过程(AR)、自回归移动平均过程(ARMA)以及 ARIMA 过程。

闫冀楠,梁彤和张维研究了隔夜同业拆借利率与一周拆借利率之间的协整关系,利用误差修正模型 ECM 建立二者的预测模型,并证明其预测效果在短期与长期预测上均优于传统的 VAR 模型^[2]。孙继国与伍海华将 CHIBOR 视作随机时间序列,并认为其具有延续影响,从而引入 ARMA、ARIMA 模型时间序列分析方法,建立动态预测模型,并给出了短期预测结果^[3]。彭化非和任兆璋以隔夜同业拆借利率为研究对象,分别建立 GARCH 模型和 ARIMA 模型^[4],通过对两种模型的预测效果进行比较,确定适合我国同业拆借市场的利率预测模型,即 ARIMA 模型。冯科和王德全分别建立隔夜拆借和七天拆借品种的预测模型,得出选择适当滞后阶数的 ARMA-GARCH 类模型能有效刻画同业拆借利率的特性,VaR 方法可以有效地预测同业拆借利率风险,并且 7 天拆借模型的预测能力优于隔夜拆借模型等多个结论^[5]。

通过对历年的文献研究发现,大部分学者都只是对 CHIBOR 数据进行模型研究与预测,仅有少部分学者的研究涉及到当前比较被普遍接受的 SHIBOR 数据。CHIBOR 与 SHIBOR 的不同之处在于,CHIBOR 数据的计算方法有其先天不足,CHIBOR 是由银行间融资交易的实际利率计算得出的,而银行间融资活动并不能代表整个市场。SHIBOR 在 2007 年 1 月 4 日推出,由于 SHIBOR 是各银行报价均值,其形成机制同国际最通行的 LIBOR 如出一辙,各大金融巨头纷纷开始基于 SHIBOR 的人民币利率掉期交易,故 SHIBOR 才是市场的尺度。因此,本文通过建立 ARMA 模型与 EGARCH 模型,研究比较两个模型对 SHIBOR 数据的预测能力。此外,研究以往的文献可以发

现,其模型参数值都是在 2 以内取值,为了检验参数值取较大值时模型的预测能力,本文选取超过 2 的自相关阶数与偏自相关阶数,构建模型加以验证。

三、模型简介

首先介绍 AR(p)(自回归)模型与 MA(q)(移动平均)模型。

由于时间序列一般存在自相关,如果仅关心某变量(比如股价)的未来值,则可以用该变量的过去值来预测其未来值,这种模型被称作“单变量时间序列”模型。对于样本数据 $\{y_1, \dots, y_T\}$,最简单的预测方法为一阶自回归(AR(1)):

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (1)$$

其中,扰动项 ε_t 为白噪声,且 $\varepsilon_t \sim N(0, \sigma^2)$ 。

由于 $\{y_t\}$ 为渐进独立的平稳过程,故其期望与方差均不随时间而变。对方程(1)两边同时取期望有:

$$E(y) = \beta_0 + \beta_1 E(y) \quad (2)$$

移项整理知 $\{y_t\}$ 的无条件期望为 $\frac{\beta_0}{1-\beta_1}$,对方程(1)两边同时取方差可得:

$$Var(y) = \beta_1^2 Var(y) + \sigma_\varepsilon^2 \quad (3)$$

故 $\{y_t\}$ 的无条件方差为 $\frac{\sigma_\varepsilon^2}{1-\beta_1^2}$,因此 y_1 服从正态分布 $N\left(\frac{\beta_0}{1-\beta_1}, \frac{\sigma_\varepsilon^2}{1-\beta_1^2}\right)$ 。据此可以写出整个样本数据 $\{y_1, \dots, y_T\}$ 的联合概率密度函数

$$f_{y_1, \dots, y_T}(y_1, \dots, y_T) = f_{y_1}(y_1) \prod_{i=2}^T f_{y_i|y_{i-1}}(y_i|y_{i-1}) \quad (4)$$

对其两边取对数,并令等式左边为 $\ln L$,则接下来要做的是寻找最优参数 $(\beta_0, \beta_1, \sigma_\varepsilon^2)$ 使得 $\ln L$ 最大化。

更一般地,如果考虑 p 阶自回归模型,记为 AR(p),其一般形式为:

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 y_{t-1} + \dots + \beta_p y_{t-p} + \varepsilon_t \quad (5)$$

其中, $\{\varepsilon_t\}$ 为白噪声, $\{y_t\}$ 为平稳时间序列, y_{t-1} 为滞后随机变量, β_0 为常数项, β_1 为参数,p 为滞后期,且通常为不可知的。在实践过程中,一般通过估计 \hat{p} 来确定 p 值,其方法主要有“自大到小的序贯 t 规则”和信息准则法,通过选择 \hat{p} 使得 AIC, BIC 或 HQIC 最小化,从而确定 \hat{p} 。

MA(q)模型的一般形式为:

$$y_t = \mu + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q} \quad (6)$$

其中, $\{\varepsilon_t\}$ 为白噪声, $\{y_t\}$ 为平稳时间序列, μ 为常

数项, θ_i 为参数, q 为滞后期,通常也是不可知的。

ARMA(p,q)模型是通过将 AR(p)与 MA(q)模型加以结合得到的,其一般形式为:

$$y_t=\beta_0+\beta_1y_{t-1}+\cdots+\beta_p y_{t-p}+\varepsilon_t+\theta_1\varepsilon_{t-1}+\cdots+\theta_q\varepsilon_{t-q}$$
 (7)

其中, $\{\varepsilon_t\}$ 为白噪声, $\{y_t\}$ 为平稳时间序列, y_{t-i} 为滞后随机变量, β_0 为常数项, β_i 和 θ_i 为参数。

ARMA 模型构建过程中至关重要的一个环节就是确定 p,q 的值,一般通过观察自相关(ACF)图形与偏自相关(PACF)图形加以初步判定。如果函数图形呈递减形状或是呈正弦函数形状,则称其为“拖尾”;若在某一阶之前(偏)自相关系数不为零,而在这一阶之后明显为零,则称其为“截尾”。对于 AR(p)模型,其 ACF 函数拖尾,而 PACF 函数截尾;对于 MA(q)模型,其 ACF 函数截尾,PACF 函数拖尾。据此初步判定 p,q 是否为 0,之后再根据信息准则确定。

在模型初步确定之后,还需要进行一些诊断性分析,以确定 ARMA 模型的假定是否合理。其中,最主要的假定是扰动项为白噪声,对此可以使用 Q 检验来检验模型的残差项是否存在自相关,若出现自相关,则不是白噪声,需要重新建立模型。如此反复,直至确认残差为白噪声。

四、样本数据的搜集与处理

在数据的选取方面,本文借鉴之前大部分文献都采取的方法,选取隔夜同业拆借利率(ShiBor),样本区间为 2006 年 10 月 8 日至 2017 年 12 月 25 日,因而文章的研究具有一定的时效性。为了验证模型的预测效果,将 2016 年,2017 年的数据留作参照,仅对 2006—2015 年的数据作回归分析,分析过程中均使用 Stata 软件做数据处理。本文数据皆来自东方财富网金融客户端。

五、实证分析

首先对原始数据进行单位根检验,此处采用 ADF 检验法进行检验。

由表 1 可以看出,同业拆借序列的 ADF 检验统计值小于 1%的显著性水平,麦金农的近似 p 值为 0.0003,同业拆借利率在 1%的显著性水平上是平稳的,因此,可以建立 ARMA 模型。

表 1 同业拆借利率序列 ADF 检验结果

ADF 统计量	-4.264	1%临界值	-3.430
		5%临界值	-2.860
		10%临界值	-2.570

(注:本检验采取滞后阶数为 0。)

万方数据

接着确定自回归阶数 p 和偏自回归系数 q ,首先

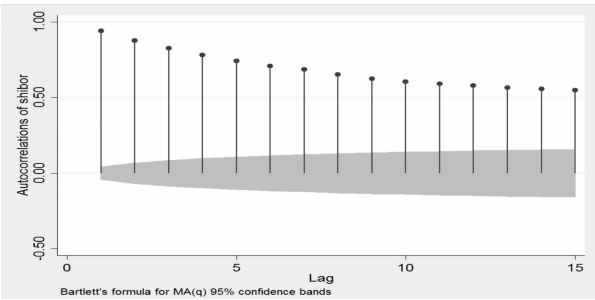


图 1 同业拆借序列的自相关图形

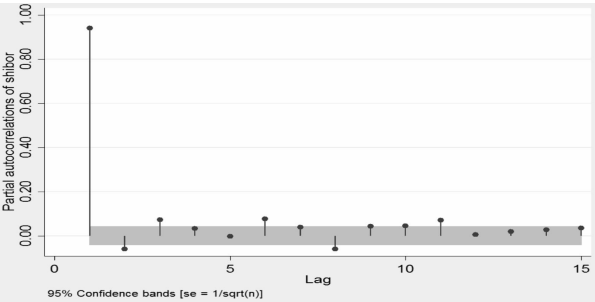


图 2 同业拆借序列的偏自相关图形

由图 1、图 2 可以看出,同业拆借序列自相关与偏自相关图形都出现“拖尾”,则可以初步判断 p,q 均非零,为了达到本文研究目的,初步确定 $3\leq p,q\leq 5$ 。

可以采用 AIC 准则,通过计算不同阶数的 AIC 值,选择使 AIC 值达到最小的那一组阶数为理想阶数,具体计算结果如表 2 所示。

根据 AIC 最小准则,自回归系数 p 值为 5,偏自回归系数 q 值为 3,故建立 ARMA(5,3)动态预测模型。

在模型建立之后,需要对模型进行进一步的残差序列检验,以确定模型的合理性。若残差序列不存在线性相关,说明所建时间序列模型已经对被解释变量的信息提取充分,模型是合理的;否则,将拒绝模型的合理性,重新建立模型进行估计。

表 2 AIC 信息准则计算结果

ARMA(p,q)	AIC 值
ARMA(3,3)	1880.155
ARMA(3,4)	1879.937
ARMA(3,5)	1879.019
ARMA(4,3)	1869.506
ARMA(4,4)	1868.641
ARMA(4,5)	1868.631
ARMA(5,3)	1868.372
ARMA(5,4)	1872.049
ARMA(5,5)	1870.513

经过 Q 检验,未发现残差项存在自相关,故可确定模型参数 $p=5, q=3$, 且由于模型视 $\{shibor_t\}$ 为随机时间序列,则模型用公式表示为:

$$shibor_t = \beta_0 + \beta_1 shibor_{t-1} + \cdots + \beta_5 shibor_{t-5} + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \cdots + \theta_3 \varepsilon_{t-3}$$

同时估计出模型的表达式为:

$$shibor_t = 2.325 + 1.351 shibor_{t-1} - 0.733 shibor_{t-2} + 1.124 shibor_{t-3} - 0.793 shibor_{t-4} + 0.502 shibor_{t-5} - 0.362 \varepsilon_{t-1} + 0.235 \varepsilon_{t-2} - 0.796 \varepsilon_{t-3} + \varepsilon_t$$

其中, ε_t 表示残差,且为白噪声序列。

通过对模型进行分析,可以看到, $shibor_{t-1}, \dots, shibor_{t-5}$ 系数中,绝对值比较大的系数均为正数,说明正的冲击比负的冲击引起同业拆借市场波动更大。而且各期系数呈现正负交错的现象,这主要是因为长期以来中国人民银行对同业拆借市场进行了较严格的控制管理。

图 3 为样本内预测的预测值与真实值的比较结果,其中,虚线表示真实值,实线表示预测值。

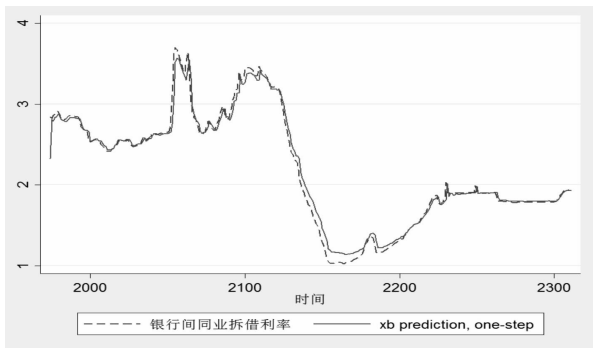


图 3 预测值与真实值比较图

(注:图中横坐标代表原始数据的序号,即第几个数据。)

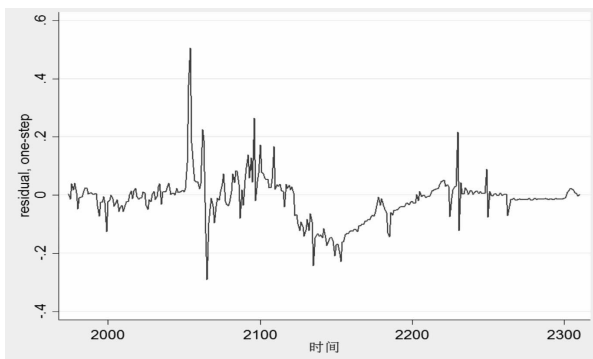


图 4 ARMA 预测误差图

(注:图中横坐标代表原始数据的序号,即第几个数据。)

由图 3 可以看出,由于样本内预测利用的是进行参数估计的同样的数据集,因此,其真实值与预测值走势大体吻合;计算两者之间的误差,并作出误差图(如图 4 所示),从图 4 可以看出,预测值与

真实值之间的总体误差绝对值在 0.6 之内,表明模型样本内预测结果较好。

同时,可以看到有一部分预测线在实际线的偏右侧,这可能是因为还存在一定的滞后效应所致。

接下来利用 2016, 2017 两年的同业拆借利率进行样本外预测,计算出实际值与预测值之间的误差,作出误差图(如图 5 所示)。

从图 5 可以看出,模型对于 2016 年同业拆借利率预测效果比较好,但到了 2017 年,预测效果明显变差,说明模型对短期数据预测效果较好,对长期数据预测效果较差。

对此,笔者认为主要有几个方面解释,其一,虽然货币政策的变动具有一定的时滞性,在短期内并不会直接改变市场的供需状况,但在长期货币政策的效用得以显现,而本文所建模型没有考虑货币政策的变动,因而短期预测效果较好,而在长期则由于货币政策的影响,对模型预测效果产生了一定的影响;其二,银行间拆借市场参与双方的心理预期也会对银行间同业拆借利率波动产生一定的影响。在短期,交易双方的心理预期可以视作模型的内生变量,也就是说,前几期的拆借利率能够在一定程度上影响银行间同业拆借市场参与双方的心理预期,然而在长期,由于中间时间间隔较长,拆借市场参与双方的心理预期变成了外生变量,此时如果要预测 2017 年的同业拆借利率,需要用实际的 2016 年银行间同业拆借利率进行预测。此外,近年来中国逐步实现利率市场化,前几年的数据可能与近年来的数据有着一定程度上的不同,这导致前几年的数据用来预测具有一定的不准确性。不过,随着利率市场化的逐步完善,这一问题最终将得到解决。

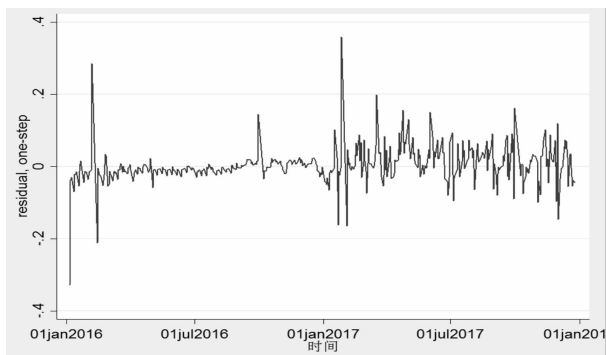


图 5 样本外预测真实值与预测值之间误差

六、结论

本文通过对同业拆借利率构建 ARMA 模型,检验了 ARMA 模型对同业拆借利率估计与预测的

能力,与以往文献不同的是,本文选取的参数值 p 与 q 都比较大,这在一定的程度上增加了模型估计预测的准确性,而且不同于以往文献采取的中国银行间同业拆放利率(CHIBOR),本文选取的是上海银行间同业拆放利率(SHIBOR),使得模型更具现实意义,模型预测结果显示,模型对短期数据预测效果较好,对长期数据预测效果较差。

自 2015 年 10 月 24 日起,中国人民银行决定对商业银行和农村合作金融机构等不再设置存款利率浮动上限,也就是说,利率的决策权交由金融机构决定,由金融机构根据资金状况和对金融市场动向的判断来自主调节利率水平。因此,对于商业银行等金融机构来说,对未来银行间同业拆借利率进行预测变得非常重要。金融机构可以根据以往数据对未来短期银行间同业拆借利率进行预测,从而得出金融市场动向预期。

对于中央银行来说,也能通过短期预测提前对

金融市场动向进行预判,及时对基准利率进行调整,进一步通过基准利率的调整发出调整信号,对金融市场等产生有效影响。

参考文献:

[1]黄志勇.我国同业拆借市场利率的市场化分析[J].上海金融,2003(11):30-32.

[2]闫冀楠,梁彤,张维.利用协整和 EGM 对中国同业拆借利率的实证分析及预测[J].理论与方法研究,1999(2):65-68.

[3]孙继国,伍海华.我国银行间同业拆借利率的时间序列预测模型[J].统计与决策,2004(5):33-34.

[4]彭化非,任兆璋.我国同业拆借利率决定模型研究[J].上海金融,2005(2):23-25.

[5]冯科,王德全.同业拆借利率的 ARMA-GARCH 模型及 VaR 度量研究 [J]. 中央财经大学学报,2009(11):36-40.

Prediction of interbank offered rate based on ARMA model

SONG Hua, YAO Xiaojun

Abstract: By constructing the ARMA model with higher autoregressive order p and partial autoregressive order Q , and on the basis of the research on Chinese interbank offered rate (IBOR) in the existing literature, this essay estimated and forecast Shanghai interbank offered rate, tested the ARMA model. The results show that the short-term forecasting ability of the model is better. The long-term prediction error fluctuates greatly. Finally, this paper gives a possible explanation from two aspects: monetary policy, and psychological expectation.

Key words: interbank offered rate; ARMA model; unit root test