

# 中国宏观经济混频数据模型应用\*

## ——基于 MIDAS 模型的实证研究

刘金全 刘 汉 印 重

(吉林大学数量经济研究中心 吉林长春 130012)

**摘 要:** 传统宏观计量模型需要利用加总或插值等方法将混频数据统一到同频数据再应用于宏观经济模型中。而混频数据模型是直接利用混频数据构建模型,避免了因数据加总或插值导致的信息损失和人为信息的虚增,充分利用了现有高频数据的信息,改进了宏观计量模型估计的有效性和预测的精度。混频数据抽样模型(MIDAS)是混频数据模型的一种,它使用参数控制的滞后权重多项式函数对高频滞后数据进行有权重的加总并构建模型,再通过数值优化和非线性的方法估计混频数据模型中的最优参数。MIDAS 模型是攫取现有高频数据的全样本信息用于宏观经济和金融的分析与预测的有效方法,本文基于该模型的实证研究探寻混频数据在中国宏观经济应用中的有效性。

**关键词:** 混频数据 MIDAS 模型 宏观经济 有效性

### 一、引 言

宏观经济中有诸多能反映当前宏观经济状态和未来宏观经济走势的经济数据,如季度 GDP 数据、月度 CPI 和 PPI 数据、金融市场收益的日数据、股票市场波动的日内数据等等。这些数据受到经济个体、企业、组织和国家,甚至是国际社会的广泛关注,人们试图使用不同的数据处理方法和构建各种模型从这些纷繁复杂的数据中攫取信息,以便得出当期宏观经济的准确预报和未来一段时间内宏观经济走势的精确预测。然而,在构建宏观计量模型时却经常出现数据抽样的频率高低有别的问题,而大多数宏观计量模型都要求模型等式两边的数据频率一致,因此要想利用传统的宏观计量模型去估计、预报和预测宏观经济就必须对混频数据进行处理,有的采用加总或替代的方法将高频数据处理为低频数据(Silvestrini 和 Veredas, 2008),有的采用插值法将低频数据处理为高频数据(Chow 和 Lin, 1971; 1976、赵进文和薛艳, 2009),但是这两种方法经常受到质疑,人们认为加总或替代法在数据处理过程中忽视了高频数据中部分样本信息,抹杀了高频数据的波动,在一定

\* 基金项目: 国家自然科学基金项目“非线性随机波动模型估计方法及应用研究”(70971055); 教育部人文社会科学重点研究基地 2008 年度重大项目“我国经济周期波动态势与宏观经济总量内在关联机制的动态计量研究”(08JJD790133); 吉林大学“211 工程”和“985 工程”建设项目资助。作者: 刘金全, 吉林大学数量经济研究中心教授, 经济学博士, 博士研究生导师; 刘汉, 吉林大学数量经济专业博士研究生; 印重, 吉林大学数量经济专业博士研究生。

程度上人为地减少了样本信息，但是由于该方法的简便易行，在实际应用中基本上都采用这种方法；而插值法在应用上相对较少，但是对该方法的研究却相当多。人们普遍认为插值法虽然能获得高频数据，但是这种高频数据一定程度上有人为构造的嫌疑，因此使用这种高频数据建模时都非常谨慎，这也是该方法在实际应用中使用较少的重要原因。

混频数据模型不对混频数据做任何处理，而是充分利用原始数据的信息构建混频数据模型。当前处理混频数据的模型主要有混合数据抽样（MIDAS, MIXed DATA Sampling）模型和混频向量自回归移动平均（VARMA）模型。MIDAS 模型是吉塞尔斯等人（Ghysels, Santa-Clara 和 Valkanov, 2004）在分布滞后模型的基础上提出来的混合数据抽样，MIDAS 模型的提出的初衷是想利用混频数据模型从高频金融数据中攫取信息来预测金融市场的波动（MIDAS 在金融方面的应用如：Ghysels, Santa-Clara 和 Valkanov, 2005; 2006、Forsberg 和 Ghysels, 2007、Chen 和 Ghysels, 2008 等等）。克莱蒙茨和加维奥（Clements 和 Galvão, 2005）开始将 MIDAS 模型应用于宏观经济领域，马赛林诺和舒马赫（Marcellino 和 Schumacher, 2007）将因子模型引入到 MIDAS 模型，模型的预测结果显示 MIDAS 模型在短期预测中表现优秀，且非限制 MIDAS 模型在很多实际预测中具有最佳的预测效果。克莱蒙茨和加维奥（Clements 和 Galvão, 2008）使用 MIDAS-AR 模型并运用 1959 年到 2005 年的工业产出、就业率和产能利用率这三个月度指标预测美国季度产出增长率，结果显示 MIDAS 模型在宏观经济总量的短期预测方面具有比较优势。霍格雷夫（Hogrefe, 2008）比较了单频，混频、邹和林（Chow 和 Lin 1971）的插值法在预测美国 GDP 的修订数据中的优劣，研究结果认为 MIDAS 模型在样本外预测中表现最好。吉塞尔斯和赖特（Ghysels 和 Wright 2009）利用 MIDAS 和卡尔曼滤波，利用高频日数据实现了对实际 GDP 增长率、通货膨胀率、短期国库券和失业率的预测，其结果表明 MIDAS 比简单的随机基准预测要好。克莱蒙茨和加维奥（Clements 和 Galvão, 2009）使用多种先行指数的多变量 MIDAS 模型来预测美国产出，结果表明使用 MIDAS 具有比较优势，预测结果比 AR 模型要好。另一种处理混频数据的模型是由扎德罗兹尼（Zadrozny, 1988）提出的用于连续混频时间序列的 VARMA 模型，随后扩展到离散混频时间序列的 VARMA（Zadrozny, 1990; 2008），该模型的基本思想将低频数据看作是有循环缺省值的高频数据（如季度数据看可以看作是该季末月度数据的值，如：2010 年第 1 季度数据可以看作是 2010 年 3 月份的数据，其它月份的数据视作缺省值），然后运用卡尔曼滤波方法估计具有状态空间形式的混频 VARMA 模型和缺省的高频数据。扎德罗兹尼（Zadrozny, 2008）的研究结果显示使用状态空间的 VARMA 模型预测美国的 GNP 比使用自回归模型要有更好的预测效果。

本文首先模拟不同样本长度、滞后阶数和各种高频数据形式的 MIDAS 模型，并使用蒙特卡洛模拟探寻影响 MIDAS 模型有效性的主要因素。然后，通过比较传统同频数据模型（加总法和插值法）和 MIDAS 混频数据模型在中国宏观经济分析和预测方面的优劣，分析混频数据模型在我国宏观经济中的有效性<sup>①</sup>，模型估计结果显示混频数据模型的参数估计和方差都要比传统的同频数据要好，初步说明 MIDAS 模型在中国宏观经济中的应用是有效的，值得进一步地探索和挖掘。

<sup>①</sup> 目前将 MIDAS 混频模型应用到我国宏观经济研究的文献还没有，但是对于中国股票市场的研究已经有相关的文献（徐剑刚、张晓蓉和唐国兴，2007 年；Kong, Liu 和 Wang, 2008），但 MIDAS 的有效性并没有得到完全证实，徐剑刚、张晓蓉和唐国兴（2007）甚至认为 MIDAS 不如安德森等人（Andersen, Bollerslev, Diebold 和 Labys, 2003）的分数自回归（ARFI）模型。

## 二、MIDAS 模型简介

吉塞尔斯等人 (Ghysels, Santa-Clara 和 Valkanov, 2004) 提出的 MIDAS 混频数据模型源于分布滞后模型的思想, 主要应用于金融市场波动和预测方面, 目前该方法在预报当前宏观经济状态, 分析和预测未来宏观经济走势方面也有广泛的应用。

### (一) 基础 MIDAS 模型及其设定

为了更加清晰理解 MIDAS 的构建过程, 本文首先给出分布滞后模型, 其表示方法如下:

$$y_t = \beta_0 + B(L)x_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

其中,  $B(L)$  是由有限或者无限滞后多项式算子, 模型假设数据具有相同的频率。

MIDAS 模型不是严格意义上的分布滞后模型, 其最显著的特点是能够处理混频数据, 并能获得优于分布滞后模型的参数估计结果 (Ghysels, Santa-Clara 和 Valkanov, 2004)。假定在 MIDAS 回归模型中, 等式左边的低频数据为  $y_t$  ( $t=1, \dots, T$ ), 等式右边的高频数据为  $x_\tau$  ( $\tau=1, \dots, mT$ ), 令  $x_t^{(m)} = x_\tau$ , 其中  $m$  表示混频数据的频率倍差, 即  $x_t^{(m)}$  在  $t-1$  期到  $t$  期进行了  $m$  次抽样。则 MIDAS 回归模型即可表示为如下的形式:

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 B(L^{1/m}; \theta) x_t^{(m)} + \varepsilon_t^{(m)} \quad (2)$$

其中, 滞后算子多项式  $B(L^{1/m}; \theta) = \sum_{k=0}^K B(k; \theta) L^{k/m}$  是参数向量  $\theta$  的一个函数,  $L^{1/m}$  是高频数据的滞后算子, 如  $L^{1/m} x_t^{(m)} = x_{t-1/m}^{(m)}$ ,  $K$  是高频数据的滞后阶数。

假设宏观经济中,  $y_t$  是季度数据序列,  $x_t^{(m)}$  是与  $y_t$  在同一样本期间内抽样  $m$  次的高频数据, 若  $m=3$ , 则  $x_t^{(m)}$  相对来说就是一个月度数据序列, 若  $y_t$  为 2010 年第一季度的数据, 则  $x_t^{(3)}$  表示 2010 年 3 月的数据,  $x_{t-1/3}^{(3)}$  表示 2010 年 2 月的数据,  $x_{t-1}^{(3)}$  表示 2009 年 12 月的数据。一个滞后阶数  $K=12$  的 MIDAS 宏观经济模型为:

$$\begin{aligned} y_t &= \beta_0 + \beta_1 B(L^{1/3}; \theta) x_t^{(3)} + \varepsilon_t^{(3)} \\ &= \beta_0 + \beta_1 [B(0; \theta) x_t^{(3)} + B(1; \theta) x_{t-1/3}^{(3)} + \dots + B(12; \theta) x_{t-12/3}^{(3)}] + \varepsilon_t^{(3)} \end{aligned} \quad (3)$$

### (二) MIDAS 模型中的设定问题

MIDAS 模型估计中关键问题是权重函数  $B(k; \theta)$  中的参数向量  $\theta$  和滞后阶数  $K$  的选取, 这涉及权重函数的选择, 本文给出应用于宏观经济中的三种常用的有限和无限权重多项式函数  $B(k; \theta)$ 。

第一种是 Almon 多项式函数, 其基本形式为:

$$B(k; \theta) = \frac{\theta_0 + \theta_1 k + \theta_2 k^2 \dots \theta_p k^p}{\sum_{k=1}^K (\theta_0 + \theta_1 k + \theta_2 k^2 \dots \theta_p k^p)} \quad (4)$$

第二种为 Almon 多项式函数的变形, 称为指数 Almon 多项式函数, 它是目前使用最多的一种多项式函数形式, 它能构造各种不同的权重函数 (如图 1 所示), 它能够保证权重数为正数, 且能使方程获得零逼近误差的良好性质 (Ghysels 和 Valkanov, 2006), 具体形式为:

$$B(k; \theta) = \frac{\exp(\theta_0 + \theta_1 k + \theta_2 k^2 \dots \theta_p k^p)}{\sum_{k=1}^K \exp(\theta_0 + \theta_1 k + \theta_2 k^2 \dots \theta_p k^p)} \quad (5)$$

第三种为  $\beta$  多项式函数, 该多项式函数是仅带有两个参数的  $\beta$  多项式函数, 它同样也能构造多种形态的权重函数<sup>①</sup>, 函数的具体形式可以表示为:

$$B(k; \theta_1, \theta_2) = \frac{f(k/K, \theta_1; \theta_2)}{\sum_{k=1}^K f(k/K, \theta_1; \theta_2)} \quad (6)$$

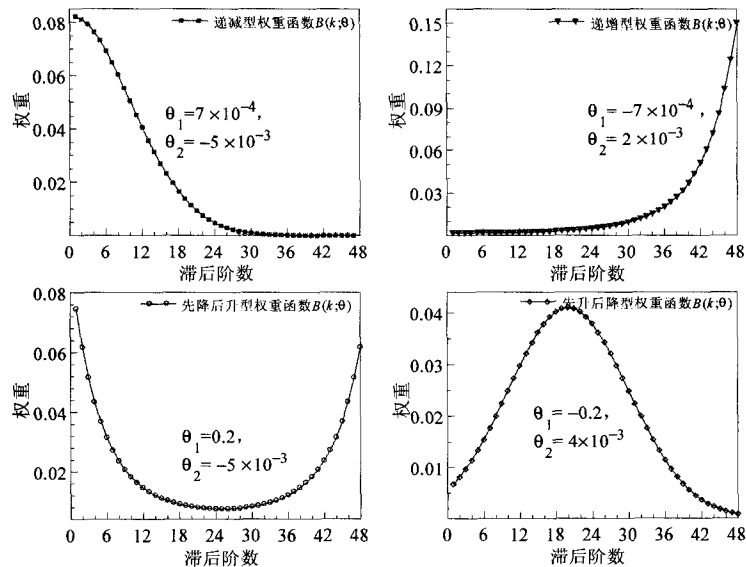
其中,

$$f(x, a, b) = \frac{x^{a-1}(1-x)^{b-1}\Gamma(a+b)}{\Gamma(a)\Gamma(b)} \quad (7)$$

$$\Gamma(a) = \int_0^1 e^{-x} x^{a-1} dx \quad (8)$$

MIDAS 模型中, 上述三种权重函数均能保证高频滞后阶数的权重函数为正, 且上述权重的函数定义中暗含了权重之和为 1 的假设。第一个多项式函数在金融市场波动的预测和分析中使用较多, 第二和第三个多项式函数在宏观经济的分析与预测中应用比较多, MIDAS 模型应用于宏观经济, 其多项式函数的形式常常选取两参数的指数 Almon 多项式函数, 吉塞尔斯等人 (Ghysels, Sinko 和 Valkanov, 2007) 的表明指数 Almon 多项式函数能够构造丰富的滞后多项式函数 (如图 1 所示), 但在宏观经济模型的构造过程常常约束指数 Almon 多项式函数的参数  $\theta_1 \leq 300$ ,  $\theta_2 < 0$  (Clements 和 Galvão, 2005), 以保证滞后高频数据对应的权重函数在宏观经济应用中是递减的。

图 1 四种不同形态的指数 Almon 权重函数



MIDAS 模型设定的另一个关键问题是高频数据滞后多项式的选择问题, 这涉及在模型的估计和预测中使用多长期间的高频数据来预测低频数据<sup>②</sup>。吉塞尔斯等人 (Ghysels,

<sup>①</sup>  $\beta$  滞后多项式函数也能构造出不同的形态的权重函数, 限于篇幅所限, 本文不列出  $\beta$  滞后多项式函数构造的常见形式, 如果读者感兴趣, 可向作者索取。

<sup>②</sup> 理论上来说, 选择的滞后阶数越长就能获得更全的信息, 估计模型就越有效, 预测就越精准。但是高频数据的滞后会导致数据的损失, 长滞后阶数在高频金融数据也许可行, 但是宏观经济数据的长度一般都非常短, 滞后阶数越长, 能用于 MIDAS 模型中的样本就越少, 这样反而会影响模型的估计与预测。

Santa-Clara 和 Valkanov, 2004) 认为通过非线性估计方法优化 MIDAS 回归方程中权重函数中的参数向量  $\theta$ , 得出的参数  $\hat{\theta}$  所绘出的权重函数图形中可以获得滞后阶数的最优长度<sup>①</sup>, 这样确定的滞后阶数完全是数据驱动的, 所以是最优的。然而在宏观经济的实际运用中, 滞后阶数的选择具有任意性和经验性的特点, 也有部分的学者使用 AIC 和 BIC 准则作为滞后阶数的选择标准。

### (三) MIDAS 模型的扩展

MIDAS 模型自吉塞尔斯等人 (Ghysels, Santa-Clara 和 Valkanov, 2004) 提出以来, 发展相当迅速, 具有非常强的扩展性。目前该模型已经结合 AR 模型、非对称模型、因子模型、状态空间模型, 以及半参数和非参数模型, 下面选择几种扩展形式做简单的介绍。

#### 1、MIDAS-AR 模型

MIDAS 法的一个基本拓展是在模型中加入自回归因子, 吉塞尔斯等人 (Ghysels, Santa-Clara 和 Valkanov, 2004) 认为在 MIDAS 模型中引入滞后被解释变量将导致模型有效性的损失, 只有当解释变量中包含季节因素时才能使用。克莱蒙茨和加维奥 (Clements 和 Galvão, 2005) 提出将动态自回归作为一般因素引入模型解决了这个问题, 则包含一阶自回归的  $h$  步向前预测模型可以表示为:

$$y_t = \beta_0 + \lambda y_{t-1} + \beta_1 B(L^{1/m}; \theta)(1 - \lambda L)x_{t-h}^{(m)} + \varepsilon_t^{(m)} \quad (9)$$

该模型的估计可以先通过估计方程 (2) 得到标准 MIDAS 方程的残差, 然后估计  $\lambda$  的初值  $\hat{\lambda}_0 = (\sum \hat{\varepsilon}_{t-h}^2)^{-1} \sum \hat{\varepsilon}_t \hat{\varepsilon}_{t-h}$ 。接着构造  $y_t^* = y_t - \hat{\lambda}_0 y_{t-h}$  和  $x_{t-h}^* = x_{t-h} - \hat{\lambda}_0 x_{t-2h}$ , 并使用非线性最小方法估计如下的模型, 即可得到模型的参数估计。

$$y_t^* = \beta_0 + \beta_1 B(L^{1/m}; \theta)x_{t-h}^* + \varepsilon_t \quad (10)$$

#### 2、非对称 MIDAS 模型

吉塞尔斯等人 (Ghysels, Santa-Clara 和 Valkanov, 2005) 引入了非对称 MIDAS 模型, 模型形式如下:

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 (\phi B(L^{1/m}; \theta^+) 1_{t-1}^+ x_{t-1}^{(m)} + (2 - \phi) B(L^{1/m}; \theta^-) 1_{t-1}^- x_{t-1}^{(m)}) + \varepsilon_t^{(m)} \quad (11)$$

其中  $1_{t-1}^i$  ( $i = \{+, -\}$ ) 是一个指标函数, 分别当  $x_{t-1} > 0$  或  $x_{t-1} < 0$  时其值都为 1。该模型度量正负  $x$  冲击对  $y$  的有差别的影响。参数  $\phi$  的取值区间为  $[0, 2]$  保证了权重和为 1。通过估计参数  $\phi$  即可获得高频数据中正负冲击对低频数据的影响。

#### 3、半参数或非参数 MIDAS 模型

半参数或非参数 MIDAS 模型是陈和吉塞尔斯 (Chen 和 Ghysels, 2008) 基于林顿和马门 (Linton 和 Mammen, 2005) 的半参数 ARCH( $\infty$ ) 提出来的, 主要应用于高频金融时间序列的混频建模, 基本形式如下:

$$y_{t+1} = \beta_0 + \sum_{i=1}^K \sum_{j=1}^L B_{ij} (L^{1/M, \theta} m(x_t^{(m_i)})) + \varepsilon_t \quad (12)$$

其中  $m(\cdot)$  是一个未知函数, 陈和吉塞尔斯 (Chen 和 Ghysels, 2008) 提供了该模型的估计方法, 并通过实证得出了该模型的有效性优于同频数据模型。

除此之外, 该模型在经济金融领域应用还结合了因子模型、状态空间模型等, 这里就不再赘述。

<sup>①</sup> 如果优化后的参数  $\hat{\theta}$  所绘出的权重函数图形在第  $j$  阶滞后趋于零, 就可以将滞后阶数选为  $K = j$ 。

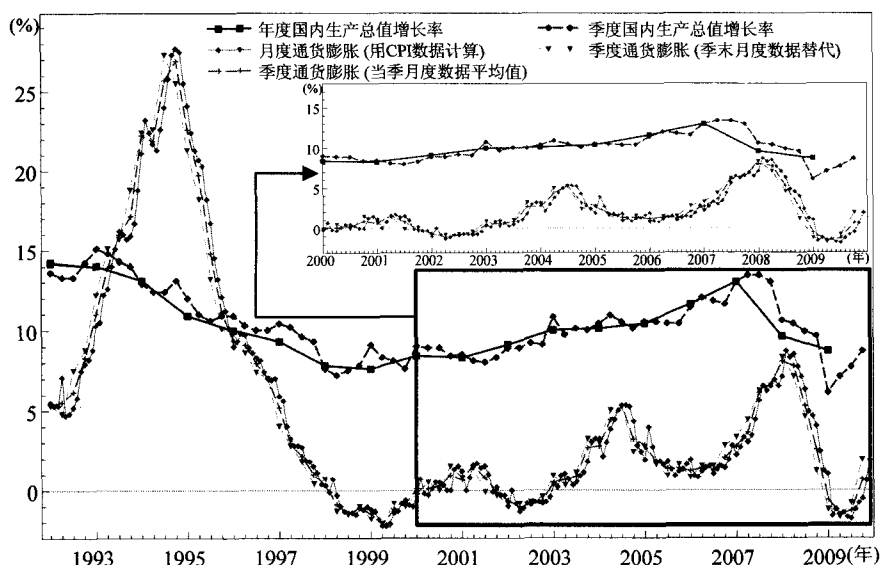
## 二、MIDAS 方法在我国宏观经济中的实证分析

MIDAS 模型在宏观经济和金融中运用都无一例外地显示了其在利用高频数据建模方面的比较优势,然而 MIDAS 模型在中国股票市场波动的实证研究中,徐剑刚、张晓蓉、唐国兴(2007)使用 MIDAS 模型和 ABDL 模型(安德森等人(Andersen, Bollerslev, Diebold 和 Labys, 2003)采用分数自回归(ARFI)模型预测未来波动的模型)并利用上证指数和深成指的 5 分钟数据来预测股票市场的波动率,其实证结果表明 ABDL 模型在预测波动方面优于 MIDAS 模型,这与吉塞尔斯等人(Ghysels, Santa-Clara 和 Valkanov, 2006)对美国股票市场波动的分析认为 MIDAS 模型优于 ABDL 模型相矛盾。孔等人(Kong, liu 和 wang, 2008)使用 MIDAS 和 GARCH 方法研究中国股票市场波动过程,其结果表明 GARCH 模型比 MIDAS 模型更好地预测可实现方差中的极值波动,而 MIDAS 模型在预测条件方差方面比 GARCH 模型要好。鉴于 MIDAS 模型在中国金融市场波动方面并不完全具有比较优势,因此下文将通过 MIDAS 的蒙特卡洛模拟和 MIDAS 的实证研究初步探讨 MIDAS 模型在中国宏观经济方面的应用有效性。

### (一) 中国宏观经济中的混频数据

在分析 MIDAS 模型在中国宏观经济应用有效性方面涉及到中国混频数据的使用,本文使用 1992 年第 1 季度到 2009 年第 4 季的 GDP 增长率的同比变化率  $\tilde{y}_t$  和 1992 年 1 月到 2009 年 12 月的月度通货膨胀率的同比变化率  $\tilde{x}_t^{(3)}$  来构建 MIDAS 模型,混频数据的图形如图 2 所示,从图中可以看出中国宏观经济数据多是混频数据,在年度数据的区间内包含有大量的季度和月度数据,如果仅使用低频数据建模,就会忽略原始数据的信息,方程的参数估计准确性和模型的预测精确度就会降低,甚至会出现偏误,因此如何充分利用高频数据的信息用于宏观经济分析和预测是值得分析和探讨的。

图 2 中国混频数据图形



## (二) MIDAS 模型有效性的蒙特卡洛模拟

本文参考安德烈乌等人 (Andreou, Ghysels 和 Andreou, 2010) 的蒙特卡洛方法构建服从正态分布 (具有平稳特征的序列)、自回归过程 (具有自相关性特征的序列) 和自回归条件异过程 (具有波动聚类特征的序列) 三种不同形态的高频数据, 并设定不同的样本长度、权重函数形式、滞后阶数和信噪比程度来度量 MIDAS 模型在不同情况下对各种时间序列数据估计的有效性。

### 1、蒙特卡洛模拟的数据生成

首先, 构造三种不同的高频时间序列数据用于 MIDAS 模型有效性的模拟。

第一种: 构造服从正态分布的平稳高频时间序列数据, 即  $x_t^{(m)} \sim i.i.d.N(0,1)$ ;

第二种: 构造服从自回归过程的高频时间序列数据, 即  $x_t^{(m)} = \sqrt{(\sigma_t^{(m)})^2} e_t^{(m)}$ , 其中  $e_t^{(m)} \sim i.i.d.N(0,1)$ ,  $(\sigma_t^{(m)})^2 = c_0 + c_1(\tilde{x}_{t-1}^{(m)})^2$ ,  $\tilde{x}_{t-1}^{(m)} \sim i.i.d.N(0,1)$ , 并选取  $c_0 = 0.25$ ,  $c_1 = 0.85$ 。

第三种: 构造服从自回归条件异方差的高频时间序列数据, 即  $x_t^{(m)} = c + \phi \tilde{x}_{t-1}^{(m)} + e_t^{(m)}$ , 其中  $e_t^{(m)} \sim i.i.d.N(0,1)$ ,  $\tilde{x}_{t-1}^{(m)} \sim i.i.d.N(0,1)$ , 并选取  $c_0 = 0.25$ ,  $c_1 = 0.85$ 。

其次, 使用两参数的指数 Almon 权重构造低频数据。本文约束  $\theta_0 \leq 300$ ,  $\theta_1 < 0$ , 即以构建符合宏观经济实际的递减型权重函数, 并在此约束的基础上构建快速衰减权重函数 ( $\theta_0 = 7 \times 10^{-4}$ ,  $\theta_1 = -5 \times 10^{-2}$ ) 和缓慢衰减权重函数 ( $\theta_0 = 0$ ,  $\theta_1 = -5 \times 10^{-4}$ ), 并依据  $y_t = \beta_0 + \beta_1 B(L^{1/m}; \theta) x_t^{(m)} + u_t$  构建低频数据, 其中  $B(L^{1/m}; \theta)$  表示两参数的指数 Almon 权重函数,  $x_t^{(m)}$  是上述三种不同形态的高频数据,  $u_t \sim i.i.d.N(0, 0.125)$ 。本文将参数  $\beta_0$  和  $\beta_1$  初始值分别选取  $\beta_0^0 = 0.5$ ,  $\beta_1^0 = 0.5$ 、 $\beta_1^0 = 2$  和  $\beta_1^0 = 4$ , 其中上述  $\beta_1$  的初始值分别表示低、中和高信噪比 (SNR, Signal to Noise Ratios)。

### 2、蒙特卡洛模拟的数据

我们选择样本长度  $T = 200$ 、 $T = 500$  和  $T = 1000$  的低频数据, 选择频率倍差  $m = 5$ 、 $m = 50$  和  $m = 100$  (为了模拟的简便起见, 本文选择与频率倍差相等的滞后阶数) 分别构建 MIDAS 模型的数据, 再使用 NLS (非线性最小二乘估计法) 对模型中的参数  $\beta_1$  进行估计, 同时将 MIDAS 模型中的高频数据通过等权重处理为低频数据, 再使用 OLS (普通最小二乘法) 估计同频数据中的参数  $\beta_1$ 。最后, 本文对上述估计进行 1000 次的模拟<sup>①</sup>, 得出两种方法的参数估计值  $\hat{\beta}_1$  与真实值  $\beta_1^0$  的误差平方和 MSE, 并使用  $RMSE = MSE_{LS} / MSE_{NLS}$  度量 MIDAS 模型在不同的情形下有效性, 若 RMSE 越大, 则 MIDAS 模型估计  $\beta_1$  的误差相对于同频数据估计的误差就越小, 说明 MIDAS 模型估计有效。表 1 给出了在不同参数设定条件下蒙特卡洛模拟得出的 RMSE, 具体情况如表 1 所示。

从蒙特卡洛模拟的结果可以看出 MIDAS 模型的有效性受以下几个方面因素的影响, 首先, MIDAS 模型的 NLS 估计结果受到样本长度  $T$ 、滞后阶数  $m$ , 一般来说样本长度越

<sup>①</sup> 这里选择进行 1000 次的蒙特卡洛模拟是根据对 RMSE 结果再进行 100 次的模拟发现模拟出的 RMSE 波动非常小, 其偏差不超过均值的 5%, 因此认为 1000 次蒙特卡洛模拟出的 RMSE 是稳定的, 当然如果要求更加稳定的 RMSE 值, 蒙特卡洛模拟的次数越多越好, 鉴于计算机计算速率和本文精度要求, 本文选择模拟 1000 次是有说服力的。

长、滞后阶数越长，表中的  $RMSE$  就越大<sup>①</sup>，MIDAS 混频数据模型的有效性就更加突出；其次，本文在构建 MIDAS 模型时设定了三种不同信噪比，从表中可以看出信噪比程度越高， $RMSE$  就越大，使用 MIDAS 模型估计就非常越有必要（从图 3 中第三行的三个图可以直观看出，其他情况一致的情况下，信噪比程度越高，估计结果的分布就越集中于参数的真实值）；第三，通过比较三种形态的时间序列数据我们可以看出，MIDAS 模型在估计服从 AR (1) 的高频数据中最为有效，随后是 ARCH (1)，估计服从独立同分布的正态高频数据时的优势不是非常明显，尤其是在样本长度短、信噪比低的时候，MIDAS 模型的优势体现不出来。最后，从表 1 上下两个部分的对比可以看出，MIDAS 模型在快速递减权重的模型中具有非常大的优越性（从图 3 也可以看出），而在缓慢递减权重的模型中，MIDAS 模型的优越性并不突出，甚至在滞后阶数较低的情况下，其估计比 OLS 估计的同频数据模型的结果还要差。

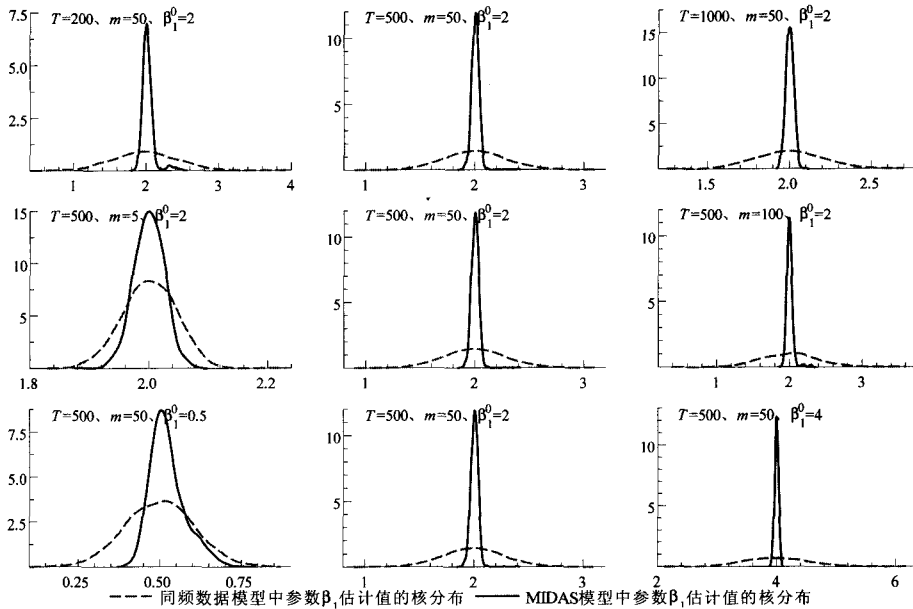
表 1 MIDAS 模型有效性的蒙特卡洛模拟

频率倍差 ( $m$ ) $\beta_1$	$T$	5			50			100		
		0.5	2	4	0.5	2	4	0.5	2	4
快速递减的权重函数										
I.I.D.	200	1.0794	3.0444	8.1807	2.8848	28.1280	188.8182	9.4533	54.0285	183.0625
	500	1.0973	2.9014	8.4184	2.9110	58.6462	249.1517	8.7971	70.3041	372.3593
	1000	1.1124	2.9676	7.8427	3.1418	69.4206	264.0422	8.8933	101.6384	556.7430
AR (1)	200	1.2062	4.2544	14.4643	4.0553	52.6957	454.0431	12.8193	82.8420	219.9291
	500	1.2653	4.2560	14.7205	3.5456	128.9388	473.2316	11.8205	136.6199	381.1640
	1000	1.1949	3.8674	14.3213	4.9834	118.2634	458.7969	11.0664	173.5934	991.2074
ARCH (1)	200	1.2652	4.6446	14.2465	3.3393	29.1616	291.7100	9.5441	53.2860	130.6855
	500	1.2057	4.1686	15.6477	3.0445	69.3719	306.2574	9.7111	105.2313	421.0620
	1000	1.2048	4.8423	15.7449	2.8808	67.9944	326.6478	9.7448	106.9783	585.3597
缓慢递减的权重函数										
I.I.D.	200	0.9897	0.9869	0.9821	0.9166	1.1397	1.5522	1.1780	1.6016	3.6510
	500	0.9847	0.9886	1.0013	0.9938	1.1280	1.5372	1.1721	1.6285	3.6301
	1000	0.9961	0.9968	0.9981	1.0012	1.1514	1.5839	1.1823	1.8338	3.4213
AR (1)	200	0.9885	0.9954	0.9896	0.9526	1.2579	2.0212	1.1828	2.4023	5.0782
	500	0.9955	1.0045	0.9943	1.0273	1.2536	2.0077	1.2626	2.1703	5.3891
	1000	1.0008	0.9966	1.0026	1.0070	1.2435	1.9452	1.2090	2.4082	5.4884
ARCH (1)	200	0.9686	0.9966	0.9785	0.9279	1.1511	1.6418	1.1200	1.6507	3.7289
	500	0.9920	0.9983	0.9882	0.9873	1.1601	1.7166	1.1429	1.7750	3.4498
	1000	0.9968	0.9974	1.0027	0.9803	1.2113	1.6501	1.2203	1.9093	3.8129

<sup>①</sup> 如图 3 中第一行（第二行），当其他条件不变的情况下，样本长度越长（滞后阶数越长），MIDAS 模型估计出的  $\hat{\beta}_1$  的分布就越接近于真实值，说明估计效果越明显。而同频数据估计出的  $\hat{\beta}_1$  的分布都比较发散，说明其估计结果不具有优越性，只有当滞后阶数较小时，同频数据和混频数据模型估计结果才比较接近。



图3 混频数据参数估计的有效性对比分析（快速递减权重的情形<sup>①</sup>）



### （三）MIDAS 模型在中国宏观经济应用中的有效性分析

本文首先使用 1992 年第 1 季度到 2008 年第 4 季的 GDP 增长率的条件方差  $h_{g_t}$  和 1992 年 1 月到 2008 年 12 月的月度通货膨胀率的条件方差  $h_{\pi_t(3)}$  来构建 MIDAS 混频数据模型<sup>②</sup>；其次，将混频数据处理为低频的同频数据，即将上述数据中的月度通货膨胀率处理为季度通货膨胀率<sup>③</sup>，并构建回归模型；同时，使用邹和林（Chow 和 Lin，1971；1976）的插值法将低频的季度 GDP 数据处理为高频的月度 GDP 数据，并构建回归模型；再次，本文对上述模型分别进行估计，依据系数估计值和模型的残差平方和来判定各种模型的优劣，进而确定 MIDAS 模型在中国宏观经济应用中的可行性；最后，本文利用 2009 年 1 月到 2010 年 6 月的月度通货膨胀率条件方差的数据，以及混频数据模型的估计结果来预测 2009 年第 1 季度到 2010 年第 2 季的 GDP 增长率的条件方差，并与同频数据模型的预测结果和 GARCH 模型度量出的原始 GDP 增长率的条件方差进行比较分析，进而确定 MIDAS 模型在中国宏观经济应用中的有效性。构建中国宏观经济波动的 MIDAS 模型<sup>④</sup>如下：

$$h_{g_t} = \beta_0 + \beta_1 B(L^{1/3}; \theta) h_{\pi_t(3)} + \varepsilon_t^{(3)} \quad (12)$$

- <sup>①</sup> 缓慢递减权重的情形下的参数估计值的各种图形也可以容易得到，由于文章篇幅所限，本文省略。
- <sup>②</sup> GDP 增长率和通货膨胀率的条件方差是通过构建响应的 GARCH 模型计算而来的（刘金全和谢卫东，2003），具体地说，GDP 增长率的 GARCH 模型是由 AR(1) 的均值过程和 GARCH(1,1) 的方差方程组成；通货膨胀率的 GARCH 模型是由 ARMA(2,1) 的均值过程和 GARCH(1,1) 的方差方程组成。
- <sup>③</sup> 季度通货膨胀变化率的构建方法有两种，一种是加总法，即通过平均季度内月度通货膨胀率获得季度通货膨胀率的数据；另一种是替代法，即使用季末月份的通货膨胀率来代替整个季度的通货膨胀率。
- <sup>④</sup> 本文在构建中国宏观经济波动的 MIDAS 模型时使用了只有一个解释变量和一个被解释变量的方程简单方程，中国的产出增长率的波动当然不仅仅取决于物价水平的波动，还取决于很多因素的共同作用，但是为了本文对比 MIDAS 优越性的需要，本文没有选取更为复杂的情形，在今后的研究还将进一步深入。

其中, 权重函数  $B(k; \theta)$  分别选择两参数的指数 Almon 权重函数和  $\beta$  多项式权重函数, 并分别对约束的和非约束的权重函数进行估计。本文的实证研究中滞后阶数的选取方面, 首先参考 AIC 和 BIC 准则, 然后实验了克莱蒙茨和加维奥 (Clements 和 Galvão, 2008) 的对美国 GDP 预测的实证研究选择滞后阶数为 24, 最后根据中国实际情况最终选取的滞后阶数为  $k=12$ , 具体估计结果如下:

表 2 混频数据模型在中国宏观经济波动模型的有效性估计结果

参数	MIDAS 混频数据模型				同频数据的回归模型			同频数据的 ADL 模型		
	指数 Almon 权重		$\beta$ 多项式权重		同低频		同高频	同低频		同高频
	约束	无约束	约束	无约束	平均	替代	插值	平均	替代	插值
$\hat{\beta}_0$	1.1061	1.1068	1.1058	1.1061	1.0944	1.0567	1.0976	1.1150	1.0612	1.1033
$\hat{\beta}_1$	0.1226	0.1224	0.1232	0.1226	0.1943	0.2593	0.1887	0.1353	0.2280	0.1718
$\hat{\theta}_1$	[-100 300]	10.0000	[0 + ∞]	1.0295	—	—	—	—	—	—
$\hat{\theta}_2$	[-∞ 0]	-3.1561	[-∞ 300]	8.0352	—	—	—	—	—	—
$\sigma_\varepsilon$	0.2963	0.2968	0.2966	0.2969	0.3584	0.3539	0.3747	0.3369	0.3353	0.3705

上述混频数据模型和同频数据模型的估计结果可以看出:

第一, 月度通货膨胀率的条件方差  $h_{\pi_t}$  与季度 GDP 增长率的条件方差  $h_{g_t}$  之间存在正向关系, 说明自 20 世纪 90 年代以来, 较高的通货膨胀率波动是引起 GDP 增长率出现波动的重要因素, 这说明要想实现季度 GDP 增长率的“高位平滑”(刘树成等人, 2005) 就必须对通货膨胀的波动进行控制, 若想经济在金融危机后有所转机 (即经济增长出现较大波动), 则需要有适度的通货膨胀率来刺激, 但同时也应该警惕较高通货膨胀所带来的 GDP 增长率的大幅波动。

第二, 从模型的估计结果看, MIDAS 混频数据模型中参数  $\beta_1$  的估计值  $\hat{\beta}_1$  要明显比同频数据模型的估计值要低且稳定在 12% 左右, 且模型的残差比同频数据模型的残差要小, 这说明 MIDAS 混频数据模型比同频 (无论是同低频还是同高频都是如此) 数据模型更为有效地利用了样本信息, 得出了更加精确的估计结果, 也说明混频数据模型估计出的参数比普通的同频数据模型更好拟合我国宏观经济波动模型; 同时, 在 MIDAS 混频数据模型中, 无论是指数 Almon 权重函数, 还是  $\beta$  多项式权重的 MIDAS 模型的估计结果都显示约束权重估计参数  $\beta_1$  的估计值  $\hat{\beta}_1$  也比无约束的权重估计出的结果要大且残差要小, 这说明本文在对参数的约束的提高了估计结果的精度。

第三, 从混频数据模型估计结果中的权重函数可以看出 (如图 4 所示), 多项式权重函数在滞后 1~4 阶的权重都比较大, 尤其是滞后 1 阶和滞后 2 阶的权重尤其大, 这说明通货膨胀率的波动对 GDP 增长率波动的影响不具有长期性, 这也说明模型估计中的滞后阶数可以选取更短一些。从混频数据模型和同频数据模型模型预测我国 2009 年至今的 GDP 增长率的结果可以看出 (如图 5 所示), 混频数据比同频数据的估计结果更为接近真实值, 证实混频数据模型在样本内预测比传统的同频数据更为有效。

总之, 从 MIDAS 混频模型和同频模型估计和预测中国宏观经济波动的结果可以看出, 混频数据模型具有比同频数据模型更为优秀的估计参数, 模型估计的残差波动相对较小, 模型的样本内预测更加接近真实值, 说明 MIDAS 模型在拟合、估计和样本内预测方面都有较大优势, MIDAS 模型在中国宏观经济应用中的有效性得到了证实。

图 4 混频数据模型估计的权重

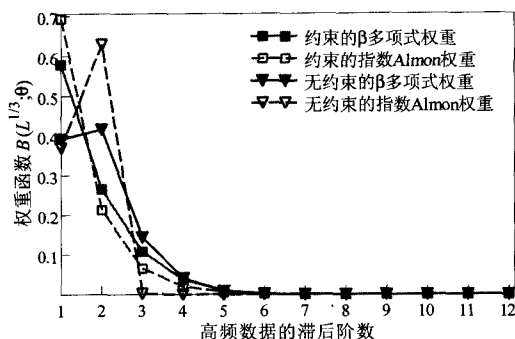
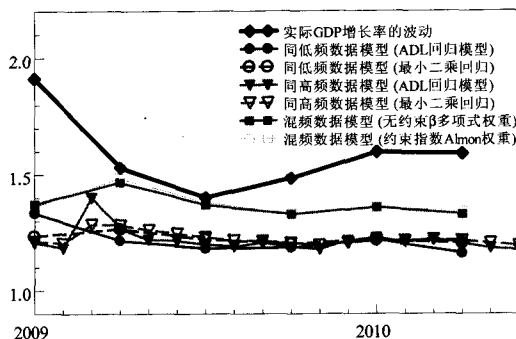


图 5 混频数据和其他模型预测结果的比较



### 三、中国宏观经济中运用混频数据的经验结论与展望

本文简单介绍了混频数据的模型，并从模型的基础理论、模型的扩展和模型的应用重点介绍了 MIDAS 混频数据模型，在此基础上使用蒙特卡洛模拟对 MIDAS 模型在各种情形下的有效性进行了详细的分析，最后结合我国宏观经济波动模型对 MIDAS 模型在我国宏观经济中运用的有效性的进行验证，由此本文得出了以下三点基本结论：

第一，MIDAS 模型具有能直接使用不同频率数据构建模型，充分挖掘高频数据中有效样本信息的优越性。MIDAS 模型估计结果的有效性无论是在蒙特卡洛模拟中，还是在中国宏观经济的应用中都得到了非常好的体现，说明混频数据模型在中国宏观经济运用中的有效性的确存在。

第二，MIDAS 模型的有效性的显著程度是有差别的。其有效性的显著程度主要受到样本长度、滞后阶数、信噪比，以及序列本身所具有的内在特征的影响。一般来说，样本长度越大、滞后阶数越长、信噪比越强，MIDAS 模型的有效性就越显著。而且 MIDAS 模型在估计具有持续性和波动聚类性特征的数据序列时，其有效性比估计独立同分布序列更为突出，说明 MIDAS 模型在非平稳时间序列数据的建模和估计上比平稳时间序列数据的建模和估计更为有效。

第三，MIDAS 模型在中国宏观经济中的运用是有效的。无论是从攫取高频数据信息方面，模型估计的总体残差平方和、还是从模型的样本内预测上，MIDAS 模型都显示出了的有效性都比使用同频数据模型显著，初步体现出 MIDAS 模型在我国宏观经济运用中的有效性。但是这种有效性还是比较微弱的，从蒙特卡罗模拟可以看出，这主要和中国宏观经济数据的样本长度和模型优化后的权重函数形式有关。

总之，本文认为在构建模型中如果遇到混频数据，应该考虑使用混频数据模型，而不应该通过加总或插值将数据处理为同频数据来建模。当然，本文是对 MIDAS 模型有效性的初步探讨，MIDAS 模型是否在我国宏观经济中具有广泛的有效性，这还需要我们构建更为复杂的混频数据模型，应用到宏观经济分析和预测中，让实证检验该模型的有效性。

#### 参考文献：

1. 刘树成、张晓晶、张平：《实现经济周期波动在适度高位的平滑化》[J]，《经济研究》2005 年第 11 期。
2. 刘金全、谢卫东：《中国经济增长与通货膨胀的动态相关性》[J]，《世界经济》2003 年第 6 期。
3. 徐剑刚、张晓蓉、唐国兴：《混合数据抽样波动模型》[J]，《数量经济技术经济研究》2007 年第 11 期。
4. 赵进文、薛艳：《我国分季度 GDP 估算方法的研究》[J]，《统计研究》2009 年第 10 期。

5. Andersen, T., Bollerslev, T., Diebold, F. X. and P. Labys, 2003, "Modeling and forecasting realized volatility" [J], *Econometrica*, 71, 529-626.
6. Andreou, E., Ghysels E., and A. Kourtellis, 2010, "Regression models with mixed sampling frequencies"[J], *Journal of Econometrics*, doi:10.1016/j.jeconom.2010.01.004.
7. Chen, X., and E. Ghysels, 2008, "News-good or bad and its impact on volatility predictions over multiple horizons" , mimeo, Chapel Hill, N.C.
8. Chow, G., and A. Lin, 1971, "Best linear unbiased interpolation, distribution, and extrapolation of time series by related series" [J], *The Review of Economics and Statistics*, 53(4), 372-375.
9. Chow, G., and A. Lin, 1976, "Best linear unbiased estimation of missing observations in an economic time series" [J], *Journal of the American Statistical Association*, 71(355), 719-721.
10. Clements, M. P., and A. B. Galvão, 2005, "Macroeconomic forecasting with mixed-frequency data: Forecasting US output growth administration" , Warwick working paper.
11. Clements, M. P., and A. B. Galvão, 2008, "Macroeconomic forecasting with mixed-frequency data: Forecasting US output growth" [J], *Journal of Business and Economic Statistics*, 26(4), "546-554.
12. Clements, M. P., and A. B. Galvão, 2009, "Forecasting US output growth using leading indicators: an appraisal using MIDAS models" [J], *Journal of Applied Econometrics*, 24(7), 1187-1206.
13. Forsberg, L., and E. Ghysels, 2007, "Why do absolute returns predict volatility so well?" [J], *Journal of Financial Econometrics*, 5(1), 31-67.
14. Ghysels, E., A. Sinko, and R. Valkanov (2007, "MIDAS regressions: Further results and new directions"[J], *Econometric Reviews*, 26(1), 53-90.
15. Ghysels, E., and J. Wright, 2009, "Forecasting professional forecasters" [J], *Journal of Business and Economic Statistics*, 27(4), 504-516
16. Ghysels, E., and R. Valkanov, 2006, "Linear time series processes with mixed data sampling and MIDAS regressions models" , mimeo, Chapel Hill, N.C.
17. Ghysels, E., Santa-Clara, P. and R. Valkanov, 2004, "The MIDAS touch: Mixed data sampling regressions" [J], mimeo, Chapel Hill, N.C.
18. Ghysels, E., Santa-Clara, P. and R. Valkanov, 2005, "There is a risk-return trade-off after all" [J], *Journal of Financial Economics*, 76(3), 509-548.
19. Ghysels, E., Santa-Clara, P. and R. Valkanov, 2006, "Predicting volatility: How to get most out of returns data sampled at different frequencies" [J], *Journal of Econometrics*, 131, 59-95.
20. Hogrefe, J., 2008, "Forecasting data revisions of GDP: A mixed frequency approach" [J], *Advances in Statistical Analysis*, 92(3), 271-296.
21. Kong, D., H. Liu, and L. Wang, 2008, "Is there a risk-return trade-off? Evidences from Chinese stock markets" [J], *Frontiers of Economics in China*, 3(1), 1-23.
22. Linton, O., and E. Mammen, 2005, "Estimating semiparametric models by kernel smoothing methods" [J], *Econometrica*, 73(3), 771-836.
23. Marcellino, M., and C. Schumacher, 2007, "Factor nowcasting of German GDP with ragged-edge data. A model comparison using MIDAS projections" , Bundesbank Discussion Paper, Series 1 No. 34.
24. Silvestrini, A., and D. Veredas, 2008, "Temporal aggregation of univariate and multivariate time series models: A survey" [J], *Journal of Economic Surveys*, 22(3), 458-497.
25. Zdrozny, P. A., 1988, "Gaussian-Likelihood of continuous time AR-MAX models when data are stocks and flows at different frequencies" [J], *Econometric Theory*, 4(1), 108-124.
26. Zdrozny, P. A., 1990, "Estimating a multivariate ARMA model with mixed-frequency data: An application to forecasting U.S. GNP on monthly intervals" , Federal Reserve Bank of Atlanta Working Paper Series No. 90-6.
27. Zdrozny, P. A., 2008, "Estimating a multivariate ARMA model with mixed frequency data: An application to forecasting U.S. GNP at monthly intervals" [J], CESifo Working Paper.

( M )