

# 中国宏观经济运行的一个复合模型<sup>①</sup>

李淑霞 赵 昕 孙克仁

(青岛海洋大学经贸学院 266003)

**摘 要** 本文通过建立一个宏观经济变量间的复合模型,模拟经济增长、货币供应、物价上涨以及通货膨胀之间的数量关系,为经济发展和货币供应政策提供模拟试验。该模型的特点是在经济计量模型中嵌入人工神经网络模型而形成复合模型,该模型共含 60 个内生变量、9 个外生变量、39 个随机方程,39 个人工神经网络模型。人工神经网络模型是在经济计量模型的基础上建立并分别进行训练。复合模型的联立动态模拟结果表明其精度比单纯的经济计量模型精度要高。研究结果指出通货膨胀一方面受到货币供应的影响,是多发货币的结果;另一方面又反作用于货币供应。通货膨胀对货币供应的影响皆呈负效应,而且对 M2 的影响较对 M1 更强些。货币供应的收入弹性和价格弹性都有预料的符号,而且 M2 的弹性分别大于 M1 的相应弹性,这些结果与亚洲其它 6 国得到的相应结论是十分一致的。

**关键词** 宏观经济 计量

## 一、引 言

中国在近十年来经济改革和社会发展过程中,国民经济有了迅速的发展,同时,货币投放量也有了迅速的增加。自 1894 年下半年以来,发现了明显的通货膨胀。本文利用经济计量学模型 MEM (Macro-Econometrics Model) 与人工神经网络模型 NNM (Neural Network Model) 相嵌合的复合模型 MENNM 模拟经济增长、货币供应、物价上涨以及通货膨胀之间的数量关系,为宏观决策提供模拟试验。

模型是从中国社会、经济的实际出发,吸收当代一些经济学派的理论观点,依据系统科学的思想、运用经济计量学、人工神经网络的理论和技术,并借助于计算机而建立的。模型的主要功能是为国家经济政策评价、计划证论、经济结构分析以及经济预测服务。模型由七个模块组成,其中一个为货币供应,其它模块分别为生产、收入、消费、价格、储蓄以及投资等。共包含 60 个内生变量、9 个外生变量、39 个随机方程,39 个人工神经网络模型。

## 二、经济计量学模型设计的思路

根据中国的实际情况,宏观经济运行框架的设计循着如下思路:随着中国市场经济的

<sup>①</sup> 本文 1994 年 2 月 25 日收到。

发展,需求对生产的推动作用明显地体现出来。另一方面,由于中国目前尚属发展中国家,社会生产仍受原材料、能源、交通以及设备等若干供给条件的制约,因此,以供给约束和需求驱动相结合为导向设计的模型符合我国的实际情况。模型中的生产块是宏观经济运行的中心,按经济理论,生产块分别与其它模块相联接。如何选择货币模块与其它相关模块的嵌合点是建模的关键。首先,货币供应有关变量是内生还是外生?这是经济学家长期争议的一个问题,弗里得曼是“外生论”的典型代表。“内生论”的代表是凯恩斯主义流派J·托宾。对中国货币供应的内生和外生性也有不同观点。“外生论”观点认为中国的货币供应量能够被中央银行有效地控制,而决策又是高于中央银行的决策层作出的,因此货币供应是真实经济活动之外的因素。“内生论”则认为,在中国现行体制下,由于政府、企业以及个人追求各自利益而形成的一种偏好经济增长和收入增长的合力,这种合力影响并推动货币供应的增长,所以,货币供应往往是被动地适应货币需求。以上两种观点从不同角度反映了中国的国情。基于中国的实际情况,本文选取流通中的货币(现金)M0为外生变量,而批发与宏观经济运行相联系的狭义货币供应M1和广义货币供应M2作为内生变量。关于货币供应与宏观经济其它模块的嵌合点问题,关键在于选择货币政策的中介目标变量。长期以来,中国货币政策以控制信贷规模为中介目标。数据分析指出,随着市场经济的发展,M1与经济短期波动的相关程度最高,因此,以M1选作中介目标较为合宜。但在八十年代前后,中国市场经济尚不够完善,所以我们仍将信贷规模也作为中介目标之一。从整体出发,将M1作为解释变量之一分析居民消费。消费需求的另一来源是社会集团的消费品购买,因此把财政支出也作为解释变量引入消费块。消费额的变动引起社会商品零售总额的波动。零售总额的波动又导致了生产短期化的波动和价格指数的升降。本文用被价格指数折实后的狭义货币余额作为货币需求的度量引入消费方程。由于货币增长率若超过生产增长率而形成了通货膨胀压力就会影响价格,而且上期的通货膨胀还会在下一期引起成本推动的通货膨胀,因此我们把上期通货膨胀压力和本期通货膨胀压力形成的交互影响引入价格模块。模块的结构框图见图1。

### 三、经济计量学模型各模块的建模与分析

#### 1、生产模块

生产模块是宏观经济运行模型的核心部分。在该模块中建立了五大物资生产部门的总产值、净产值、全民企业以及乡镇企业生产总值和第一、二、三产业国民生产总值的随机方程。

生产的长期增长主要决定于生产要素的投入,短期波动主要由需求驱动。经济发达国家大多数经济模型都是按I·克莱因的思路:在总供给能力大于需求的情况下,经济活动的水平是由有效需求决定的,八十年代前后的中国属发展中国家,市场经济处于初建阶段,尚不完善,生产能力除取决于主要的生产要素投入外,更受一些所谓“瓶颈”部门生产力的制约。例如:能源、原材料不足、交通紧张往往对生产造成影响,所以,在生产模块中将生产的长期增长和短期波动融汇在一起,以供给驱动和需求拉动为导向建立模型。例如在工业总产值GIP方程中,以发电量GE作为“瓶颈”部门供给约束的一个替代变量,以社会商品零售额SCRSTV及出口总额GFV作为需求拉动因素的代表,而且将上一年供给与

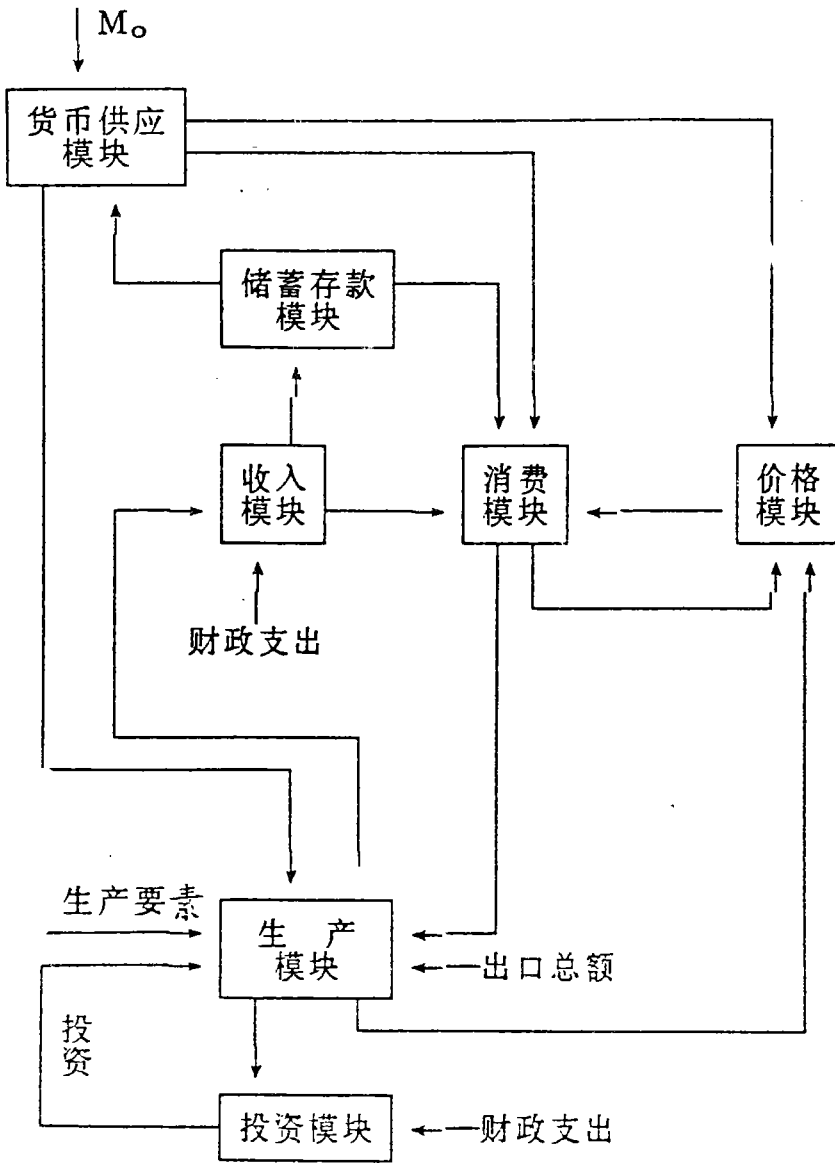


图 1 模型总体逻辑框图

需求的交互影响作为驱动变量，得到了满意的结果，方程如下：

$$\begin{aligned}
 GIP = & -3478.56 + 3.05QR(GE(-1)SCRSTV(-1)) + 3.443AGEV(-1) \\
 & (-4.69) \qquad\qquad\qquad (10.134) \qquad\qquad\qquad (5.79) \\
 & SMPL \quad 31-91 \quad R=.9969 \quad D.W=1.984 \quad F=1583.68
 \end{aligned}$$

## 2、收入模块

该模块中的主要变量为城乡居民货币收入和国家财政收入。

城市居民主要货币收入为工资，我匀取全民所有制单位职工年平均工资为外生变量。由于集体所有制单位的工资制度具有一定的灵活性，因此，把集体单位职工平均工资 GYWP 取为内生变量，估计方程如下：

$$\begin{aligned} \text{GYWP} = & -166.85 + 0.94\text{CYWP}(-1) + 0.072\text{CTE} \\ & (-3.18)(18.73) \quad (3.55) \\ \text{SMPL } 80-91 \quad & R = .9942 \quad D. W = 2.34 \quad F = 855 \end{aligned}$$

其中 CTE 为集体所有制单位职工人数。

农业人均纯收入 RJSR 作为农村居民货币收入指标，主要由人均农业净产值 SNIA 解释，方程如下：

$$\begin{aligned} \text{RJSR} = & 96.36 + 0.993\text{SNIA} + 0.7266\text{R}(1) \\ & (1.93)(12.62) \quad (4.18) \\ \text{SMPL } 80-91 \quad & R = .998 \quad D. W = 2.08 \quad F = 2001.28 \end{aligned}$$

国家财政收入 FIQ 是国家通过财政各个环节筹集的财政资金的总和，主要由各项税收、企业收入和其它收入购成。我们取企业收入和工商税收总和 FEICI 作为财政收入的主要解释变量，而 FEICI 用工业总产值 GIP 和商业总产值 SYZ 来解释，方程如下：

$$\begin{aligned} \text{FIQ} = & -546.323 + 1.902\text{FEICI} + 226(\text{D}86 + \text{D}87) \\ & (-5.115)(36.68) \quad (2.774) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{FEICI} = & 584.518 + 0.0425\text{GIP} + 0.1789\text{SYZ} \\ & (14.104)(5.817) \quad (2.807) \\ \text{SMPL } 80-91 \quad & R = .99865 \quad D. W = 2.08 \quad F = 292.26 \end{aligned}$$

由这些方程可见，改善财政状况的关键是增加生产。当企业收入加工商税收增加 10% 时，财政收入将增加 16.85%，再从系数的大小可看出，商业的贡献远比工业的贡献大。

## 3、消费模块

消费模块是基于消费行为理论建立的。根据中国现行统计制度，社会商品零售总额 SCRSTV 等于全社会消费零售额 SCV 与农业生产资料零售额 RMPRS 之和，全社会消费零售额等于全民与集体所有制商业对城乡居民消费品零售总额 NPCGRS 与农民对非农业居民的消费品零售额 PNARS 以及社会集团消费零售额 SGCRS 的总和。该模块中包含关于变量 NPCGRS、PNARS、RMPRS、SGCRS 的随机方程。自五十年代以来，经济学家在消费行为分析方面进行了许多新的理论和假说，如著名的杜森贝的相对收入假设、

凯恩斯的短期消费函数以及弗里德曼的持久收入理论。本文在实证检验的基础上借鉴了西方各派消费行为理论,选取城乡居民生活费收入 TPRI、国家财政收入 FIQ、财政支出 EFT、企业留利 RE 以及被价格折实后的货币供应 M1 等作为解释变量。同时,由于国营与集市贸易在价格变动幅度上的差异造成的两市场互相替代的效应也作为解释变量引入消费模块,得到了满意的结果。例如全民和集体所有制商业对城乡居民消费品零售总额 NPCGRS 的方程如下:

$$\begin{aligned} \text{NPCGRS} = & -1249.29 + 46.30\text{M1/RPL} + 1.478\text{EFT} + 2.406(\text{FICPI} - \\ & (-4.12)(2.295) \quad (8.824)(2.536) \\ & -\text{SCCPI}) + 479.37(\text{D88} + \text{D89} - \text{D90}/2 - \text{D91}/2) \\ & (5.124) \\ \text{SMPL } 81-91 \quad & \text{R} = .997 \quad \text{D. W} = 2.08 \quad \text{F} = 2045.4 \end{aligned}$$

#### 4. 投资模块

在宏观经济的投资理论中,最受经济学家重视的是加速原理。根据这一原理,产量的增加对厂商的现有生产能力施加压力,刺激厂商期望资本存量增加,导致了投资的增加,在中国八十年代前后,具有投资决策权的各级政府主管部门和企业,对利润最大化的关心程度较低,因此,与投资的利润相比,加速原理更适用一些。自七十年代末,中国改革开放以来,需求旺盛时工业增长快,这时总供给往往不足,造成了产业结构不合理、部分产品生产能力不足的矛盾突出,正是在这种时期,生产性投资增加最多。例如在 1987 和 1988 年,工业总产值分别比上一年增长 17.69% 和 20.79%,而这两年的生产性建设投资分别比上一年增长了 21.37% 和 21.58%,出现投资的高峰。事实证明,在中国的宏观经济模型中,依加速原理构造生产建设投资 SUPI 的行为方程是合理的。例如:

$$\begin{aligned} \text{SUPI} = & -262.905 + 0.625\text{EFT} + 0.1176\text{ZGIP} \\ & (-3.815)(13.55) \quad (4.125) \\ \text{SMPL } 81-91 \quad & \text{R} = .991 \quad \text{D. W} = 2.4 \quad \text{F} = 442.3 \end{aligned}$$

其中解释变量 EFT 为财政支出,ZGIP 为工业总产值增量。由此方程可以看出,在投资与工业生产之间相互推动的加速过程。

#### 5. 价格模块

经济高速增长时期,一般伴随着较高速度的货币增长。当货币增长超过经济发展所需要的数量,而且没有价格结构调整和货币外流措施以及缺乏货币回笼的有效手段,那么,超发的货币经过一段时滞后,就会形成现实的购买力,引起物价总水平的持续上涨。逐年超发的货币不能被当年物价上涨全部吸收,积累起来便加剧了通货膨胀的发展。由于上一期的通货膨胀,还会在下一期引起成本推动的通货膨胀,因此,在构造国家商业价格指数 SCCPI 的行为方程时,我们取本期与上一期通货膨胀的乘积作为解释变量取得了满意的结果,方程如下:

$$SCCPI = 110.923 + 0.00259RPL * RPL(-1) + 11.367D$$

$$(19.728)(19.144) \quad (3.189)$$

$$SMPL \ 84-91 \ R = .9885 \ D.W = 1.903 \ F = 214.49$$

$$D = 2D89 + D88/2 + D87/3$$

其中 RPL 为社会商品零售物价总指数，它由 M1 和 GNP 解释，方程如下：

$$RPL = 67.61 - 0.0194M1 + 0.0187GNP + 5.83D$$

$$(5.48)(-3.549) \quad (7.336) \quad (2.039)$$

$$SMPL \ 81-91 \ R = .994 \ D.W = 2.047 \ F = 384.33$$

$$D = (2D88 - D89 + D91)$$

在所估计的方程中，各参数的符号与理论假定完全一致。

## 6. 储蓄存款模块

储蓄反映的是人们对货币收入一部分转换或让渡，使其货币收入增值的一种经济行为。本模块中包括城乡居民储蓄、企业存款以及财政存款随机方程。居民储蓄的短期行为主要取决于居民货币收入、各种利率和通货膨胀预期。企业存款 ED 主要由工农业总产值 GIEP 和社会商品零售总 SCRSTV 解释，方程如下：

$$ED = 1035.87 + 1.20SCRSTV - 0.15GIEP$$

$$(-23.45)(24.59) \quad (-14.67)$$

$$-1268.47D88 - 1359.93D89 - 1.06AR(1)$$

$$(-15.67) \quad (-12.07) \quad (-2.16)$$

$$SMPL \ 81-91 \ R = .997 \ D.W = 2.19 \ F = 647.94$$

居民储蓄存款余额是长期积累结果，如果没有新的储蓄来源，本期储蓄将减少，期末余额是上期余额的一个比例数。因此，在城镇居民储蓄存款年末余额 CPD 方程中除包含上期储蓄存款余额外，还包含本期现金收入，如：

$$CPD = -386.19 + 1.09CPD(-1) + 0.657SYWP$$

$$(-2.417)(12.18) \quad (2.71)$$

$$SMPL \ 81-91 \ R = .998 \ D.W = 2.133 \ F = 2594.866$$

农村居民储蓄存款 RD 主要由上期储蓄额解释：

$$RD = 26.5 + 1.24RD(-1)$$

$$(0.987)(41.7)$$

$$SMPL \ 80-91 \ R = .9943 \ D.W = 2.01 \ F = 1737.7$$

由估计的参数可见,农村居民储蓄存款本期对上期的依赖程度较城镇居民强些。

在我国除少数地区外,金融市场刚刚兴起,所以,对大多数居民在来说,货币形式的财产结构形式主要是银行储蓄存款。另外,由于我国的利率在八十年代基本上保持稳定,因此,在该模块中没有将利率作为解释变量。

## 7、货币供应模块

八十年代前后中国经济处于起飞时期,货币供给对经济增长有着相当大的影响和决定性的作用。所以,对比货币供给增长率和经济增长率是判断国民经济的综合运行是否正常的一个极其重要的方法。当前世界各国货币供给统计口径不完全相同。按中国人民银行调查统计司现行试用的中国货币供应的统计口径如下:

M0:现金流通量;

M1:M0+活期存款(包括企业活期存款、机关团体存款、农村存款及其它存款);

M2:M1+定期存款(包括城乡居民定期储蓄、企业机关定期存款以及自筹基建基金存款)。

在本模块中主要建立 M1 和 M2 的两种形式的随机方程:

$$M1 = 2808.99 + 0.895GNP(-1) - 43.63RPL + 648.85D$$

$$(3.055) \quad (7.843) \quad (-3.734) \quad (2.696)$$

$$SMPL \ 81-91 \quad R = .9932 \quad D.W = 2.025 \quad F = 343.02$$

$$D = (D88 - D89/4)$$

$$M2 = 4270.40 + 1.9GNP(-1) - 94.88RPL + 1986D$$

$$(1.947) \quad (7.142) \quad (-3.468) \quad (2.494)$$

$$SMPL \ 81-91 \quad R = .993 \quad D.W = 1.976 \quad F = 320.73$$

$$D = (D88/3 + D89/2 + D91)$$

$$\text{LOG}(M1) = -2.03 + 1.76\text{LOG}(GNP(-1)) - 1.13\text{LOG}(RPL)$$

$$(-4.35) \quad (5.72) \quad (-2.13)$$

$$SMPL \ 81-91 \quad R = .986 \quad D.W = 2.376 \quad F = 250.011$$

$$\text{LOG}(M2) = -5.02 + 2.30\text{LOG}(GNP(-1)) - 1.43\text{LOG}(RPL)$$

$$(-10.65) \quad (7.41) \quad (-2.67)$$

$$SMPL \ 81-91 \quad R = .992 \quad D.W = 1.917 \quad F = 436.75$$

由于国民生产总值 GNP 是衡量一个经济社会中全体居民总收入水平的一个指标,所以,在货币供应模型中,我们将 GNP 作为解释变量来反映经济规模对货币供应的影响,而这种影响大约滞后一年。另外,基于理论上实践上的理由,在发展中国家,在作货币供应函数的估计时,用通货膨胀率代替持有货币的机会成本的衡量是可行的。在本模块中以社会商品零售物价总指数 RPL 作为另一个解释变量是适当的。由于随着持有货币的机会成本的增加,人们所持有的货币越来越少,未来的通货膨胀率将更高地增长,在其它条

件变化不大的情况下,将更加刺激人们减少他们的实际现金余额,因此,在估计的货币模型中反映货币机会成本系数均为负值正是所期望的结果。另外,从RPL的系数可以看出,通货膨胀对广义货币持有量的影响比对狭义货币持有量的影响稍强一些。另外,由于在1988年,中国居民消费心理不稳造成的抢购风,使货币超量46.72%发行,而在1989年又出现市场疲软,因此,在M1、M2的行为方程中引入虚变量D88和D89。

对数形式的模型有时是非常方便的,因为系数可直接理解为弹性, $\log(\text{GNP})$ 的系数反映的就是与模型变量有关的货币余额的需求弹性, $\log(\text{RPL})$ 的系数则是与机会成本变量有关的货币余额的需求弹性。从估计的参数可以看出规模变量的变化对广义货币的影响比对狭义货币的影响要强一些。

从模型参数可以看,反映机会成本的变量对广义货币持有量的影响大于对狭义货币的影响,以及广义货币持有量对收入变化的长期反应大于狭义货币的相应反应这些假设,在此得到了证实。

#### 四、人工神经网络的嵌入

在研究宏观经济运行时,如果某些经济变量间存在较强的非线性关系,而且难于寻找线性化的较好方法时,利用宏观经济计量模型进行模拟会影响效果,降低精度。一种改进的办法是在经济计量学模型中适当嵌入人工神经网络模型,通过网络的自我学习过程寻找出这些变量间的非线性关系,以便提高模拟精度。本文利逆传播学习算法的前向多层网络(简称逆传播模型(BP))嵌入宏观经济模型MFM构成复合模型(记为MENNM)对宏观经济运行模拟分析收到了满意的结果。复合模型的具体构造如下:根据经济理论和实践经验,参考MEM行为方程中变量关系,分别与MEM中主要内生变量的随机方程相应建立BP网络模型,每一个网络都设计成三层:输入层、隐含层和输出层。对隐含层的点设立不同类型的转换函数,以便适应变量间的复杂关系。网络的输出与实际观测值比较,根据误差的方向和大小,逆向调整各边的权重,使网络输出值逐步逼近实际的观测值。一般在训练20000次以后,网络收敛到稳定的结构。将全部网络模型训练以后,分别嵌入MEM中,进行复合模型的滚动模拟,检验模型的拟合优度和预测精度。

#### 五、模拟结果的精度分析

为了与MEM模拟结果对照,我们取1980~1991年的统计数据作为训练数据,而把1992年的数据作为事后检验数据。对两种模型MEM和MENNM都采用滚动模拟的方法,即只对外生变量和第一期的滞后内生变量赋予实际观测值,而对无滞后的内生变量赋予前期值作为迭代求解的初始值。经多次迭代收敛后提到的内生变量的预测值。此后,所有内生变量的迭代值都用模拟的预测值而不再用变量的实际的观测值。这种方法会产生累积误差,而且模拟时间越长,累积误差越大,但是这种方法更适合于实际的预测。评价模拟精度的标准,我们采用无论方根相对误差RMSE,表达式如下:



$$RMSE = \left( \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T ((Y_t - Y_t(-1))/Y_t(-1)) - (Y_t - Y_t(-1))/Y_t(-1) \right)^2)^{1/2}$$

其中  $Y_t$  为  $t$  期实测值,  $Y_t$  为  $t$  期模拟预测值,  $n$  为样本容量。在样本期内(1980~1991)所有内生变量动态滚动模拟精度列入表 1(由于 1992 年某些指标的实测值尚未见公布,故 1992 年事后预测结果暂不分析),误差的频数分布列入表 2。

表 1 动态滚动模拟 RMSE

	1991	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
MEM	.224	.092	.096	.097	.022	.061	.037	.056	.051	
MENNM	.102	.063	.064	.081	.060	.020	.032	.021	.037	

表 2 所有变量的 RMSE 频率分布

	<0.01	<0.05	<0.10	<0.15	<0.20	<.25	<0.30
MEM	13.4%	52.8%	79.6%	89.2%	90.1%	95.3%	100%
MENNM	20.1%	60.3%	86.4%	93.2%	100%		

表 3 6 个亚洲国家:实际货币存量的长期收入弹性

国家	M1	M2
斯里兰卡	1.079	1.475
印度尼西亚	1.629	1.848
马来西亚	1.228	1.649
菲律宾	0.853	1.537
新加坡	1.343	1.333
泰国	0.680	1.485

资料来源:贝艾格利、汗、纳维卡尔和绍尔特的《挑选出来的 6 个亚洲国家的货币政策》,第 743 页。

## 六、结 果

以上分析结果表明,将人工神经网络模型嵌入经济计量学模型对提高模拟精度显示了明显的优点和很大的潜力。利用这种复合模型进行宏观分析,如政策评价、经济结构分析以及对未来进行预测将具有很好的前景。

模型模拟结果说说通货膨胀一方面受货币供应的影响,是多发货币的结果,另一方

面又作用于货币供应,通货膨胀对货币供应的影响皆呈负效应而且对 M2 的影响较对 M1 更强些。货币供应的收入弹性和价格弹性都有预料的符号,而且 M2 的弹性分别大于 M1 的相应弹性。这些结果与亚洲其它 6 国得到的相应结论是十分一致的,见表 3。

### 参 考 文 献

- [1] 国家统计局,中国统计年鉴,1980~1992 年
- [2] 国家统计局,中国金融统计年鉴,1980~1992 年
- [3] 黄 达,货币银行学,四川人民出版社,1992 年
- [4] 周慕冰,经济运行中的货币供给机制,中国人民大学出版社,1991 年
- [5] The International Organization for Monetary Fund (1988), The application of Macroeconomics and Microeconomics.
- [6] L. Marquez, T. Hill, W. Remms, and R. Worthey, Neural Network Model as an Alternative to regression in Proceeding of the 24th Hawaii International Conference on System Sciences, 1991rh.