

货币供给效用与最优货币供应规则<sup>①</sup>黄先开<sup>②</sup>

邓述慧

(北京商学院基础部)

(中国科学院系统科学研究所)

**【摘要】**考察在过去的几十年里,中国的货币供给、物价上涨和经济增长之间的动态因果关系,分析的目的有两个:第一,试图理清在不同的经济发展阶段,不同的货币供应量层次(信贷总量、M0、M1、M2等)和主要宏观经济变量:物价与经济增长(或国民收入)之间的内在因果联系;第二,根据货币变量与物价、经济增长变量的动态因果关系,利用动态规划的方法分析计算我国货币供应量最优控制目标。

**关键词:** 货币供给, 物价上涨, 经济增长, 动态优化

**分类号:** F822

中国

## 0 引言

受货币主义理论的影响,从本世纪70年代开始,许多国家将货币政策中介目标由利率转为货币供应量,力图通过对货币总量的调控,有效地抑制通货膨胀和促进经济稳定增长。80年代下半期以来,金融制度与结构的变化,特别是利率、汇率自由化与金融创新,国际资本的流动对本国货币供应量的稳定影响越来越大,使作为中介目标的货币供应量与作为最终目标的宏观经济总量(价格、总产值等)之间的关系严重弱化。在这种情况下,美国、英国、加拿大等国纷纷放弃货币供应量的中介目标,而将货币政策建立在选择较为灵活的一组金融变量上,而不是固定的某单一变量。这组变量(如利率结构等)包含关于货币政策最终目标的充分有效信息,从而构成中央银行运用货币政策达到政策目的的基本参照体系。

我国目前的情况与上述国家有所不同。首先,我国的货币市场和资本市场尚处于发展初期,能够替代货币的金融工具不多,金融创新也受到各方面条件的制约;其次,人民币在资本项目下还不可自由兑换,国际资本流动对货币总量的影响是有限的。正是在这一大背景下,中国人民银行1993年的金融改革规划中提出以货币总量作为货币政策的中介目标,此后,1995年3月《人民银行法》的通过又为中央银行实施以货币总量为中介目标的货币政策提供了法律基础。不过,进行货币总量的调控,需具备一系列基本条件,其中最基本的一条是货币总量必须包含了关于宏观经济总量的充分有效信息;其次是调控哪一层次的货币总量问题(信贷总量、M0、M1或M2等);最后还有被调控指标的最优确定问题。

本文考察在过去的几十年里,中国的货币供给、物价上涨和经济增长之间的动态因果关系,试图理清在不同的经济发展阶段,不同的货币供应量层次(信贷总量、M0、M1、M2等)和主要宏观经济变量:物价与经济增长(或国民收入)之间的内在因果联系;并根据货币变量与物价、经济增长变量的动态因果关系,利用动态规划的方法分析计算我国货币供应量最优控制目标。

<sup>①</sup> 国家自然科学基金资助项目(79790130)。

<sup>②</sup> 黄先开:博士研究生,副教授,研究方向:金融数学,通讯地址:北京商学院基础部,邮编:100037。本文1998年11月2日收到。

## 1 因果关系检验方法

判断一个变量的变化是否引起另一个变量变化的原因,这是计量经济学中的一个常见问题,文[1, 2]提出的因果关系检验是解决这类问题的一种有效方法.若一个变量  $x$  的滞后值在对于另一个变量  $y$  的解释方程式中是显著的,那么就称  $x$  是  $y$  的“格兰杰原因”.具体地说,在检验  $x$  与  $y$  之间是否成立因果关系时,需构造下述模型

$$y_t = \alpha + \sum_{i=1}^m \alpha_i y_{t-i} + \sum_{j=1}^k \beta_j x_{t-j} + \varepsilon_t \quad (1)$$

此时,如果  $\beta_j = 0$  对于所有的  $j = 1, 2, \dots, k$  均成立,则  $x_t$  在格兰杰意义下不是  $y_t$  的原因.用计量经济学的语言来表达,即

$$\text{原假设 } H_0: \beta_j = 0 \quad j = 1, 2, \dots, k$$

$$\text{备择假设 } H_1: \beta_j \neq 0 \quad \text{存在某一 } j, 1 \leq j \leq k$$

于是,检验  $x$  与  $y$  是否成立因果关系就转化为能否拒绝  $H_0$ .对模型(1)进行回归,令残差平方和为  $ESS_1$ ,对模型

$$y_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^m \beta_i y_{t-i} \quad (2)$$

进行回归,令残差平方和为  $ESS_2$ ,则

$$F = \frac{(ESS_2 - ESS_1)/m}{ESS_1/n - (k + m + 1)} \sim F(m, T - (k + m + 1))$$

即统计量  $F$  服从第一和第二自由度分别为  $m$  和  $T - (k + m + 1)$  的  $F$  分布.对于给定的置信度  $\alpha$ ,由  $F$  分布表查出对应的临界值  $F_\alpha$ ,若  $F > F_\alpha$ ,就拒绝  $H_0$ ,即以  $1 - \alpha$  的概率  $x$  成为  $y$  原因, $y$  的变化可归因于  $x$  的变化.否则,若  $F < F_\alpha$ ,则以  $1 - \alpha$  的概率接受  $H_0$ ,此时  $x$  的变化不影响  $y$  的变化, $y$  的变化不能归因于  $x$  的变化.

应当指出的是,在使用上述方法时,应假定序列  $x_t$  和  $y_t$  为平稳序列,对于不满足平稳性要求的序列须先作适当的变换.另外,序列  $x_t$  和  $y_t$  的滞后阶数  $k, m$  的选取可能影响上述统计推断的结论,甚至不同的时滞长度有可能产生不相容的因果关系.为了避免施加一些武断的限制,使用文献[3]的方法,以文献[4]的最终预测差(FPE)标准为基础,确定最优滞后期.其基本步骤是:

第 1 步,所有变量均要被转化为平稳系列;

第 2 步,通过最小化 FPE 标准,决定滞后因变量的最优滞后期. FPE 标准定义为:

$$FPE(m) = \frac{T + m + 1}{T - m - 1} \cdot \frac{RSS(m)}{T}$$

式中  $T$  为观测值总数; $m$  为滞后期;RSS 为残差平方和.与  $FPE(m)$  的最小值相应的  $m^*$  就是最优的滞后期.

第 3 步,将最优的自身滞后期限  $m^*$  视为给定,用最优自身的滞后变量加上另一个解释变量进行二元回归,并计算

$$FPE(m^*, n) = \frac{T + m^* + n + 1}{T - m^* - n - 1} \cdot \frac{RSS(m^*, n)}{T}$$

其中  $n$  为二元回归中解释变量的滞后期.与  $FPE(m^*, n)$  的最小值相应的  $n^*$  就是最优的解释变量的滞后期.

## 2 因果关系检验结果

为了检验在不同的经济发展阶段货币变量:信贷总量  $dc$ 、城乡居民储蓄率  $sav$ 、 $m0$ 、 $m1$ 、 $m2$ (均为名

义增长率)以及  $rde$ 、 $rsav$ 、 $rm0$ 、 $rm1$ 、 $rm2$ (均为实际增长率),与宏观经济变量  $y_t$ (实际国民收入增长率)、 $gdp$ (实际国内生产总值增长率)、 $fai$ (实际固定资产投资增长率)、和物价变量  $p_t$ (用零售物价上涨率表示通货膨胀率)之间的因果关系,本文把这3类变量的年度数据分为3个阶段:1953—1997年,1953—1983年,1984—1997年,进行分析.首先对3类变量序列的平稳性进行单位根检验,采用 ADF 检验单位根,结果列表如下:

表1 各个序列的单位根检验结果

变量	时间		
	1953—1997	1953—1983	1984—1997
$dc$	-3.26** (1)	-4.55*** (1)	-2.54 (1)
$sav$	-2.89* (1)	-2.82* (1)	-3.82** (1)
$m0$	-3.56** (1)	-3.49** (1)	-3.56** (1)
$m1$	-3.09** (1)	-1.93 (3)	-1.95 (1)
$m2$	-5.65*** (1)	-4.14*** (1)	-3.51** (1)
$rde$	-5.43*** (1)	-5.05*** (1)	-3.39** (1)
$rsav$	-4.03*** (1)	-3.27** (1)	-3.65** (1)
$rm0$	-4.27*** (1)	-3.41** (1)	-3.61** (1)
$rm1$	-4.59*** (1)	-2.79* (2)	-4.62** (2)
$rm2$	-3.64*** (1)	-2.638* (1)	-3.11** (2)
$y_t$	-5.26*** (1)	-4.03*** (1)	-3.44** (1)
$gdp$	-5.18*** (1)	-3.97*** (1)	-3.49** (1)
$fai$	-4.99*** (1)	-3.76*** (1)	-3.83** (2)
$p_t$	-3.51** (1)	-2.85* (2)	-2.95* (1)

注:\*\*\* \*\* \* 分别代表 10%、5%、1% 的显著性水平排除单位根,括号中的数字为滞后阶数,滞后阶数的选取使得回归残差不存在自相关,临界值采用 Mackinnon (1991)<sup>[2-4]</sup> 的结果.

从表1中可以看出,除1953—1983年和1984—1997年的名义  $m1$  序列及1984—1997年的名义  $dc$  序列外,其余序列均通过平稳性检验,可以利用方程(1)和(2)进行回归.在没有通过稳定性检验的情形,其因果检验结果可能是无效的.

表2,表3,表4列出了因果检验的结果(滞后阶数按照 Hsiao 的方法确定).从表2,表3和表4可以看出:首先,从整个时期看(1953—1997)信贷总量虽对物价具有明显的影响,但从近期(1984—1997)观察,这种作用已明显消失;另外,不论从哪个时期看,信贷总量对经济增长的作用都是有限的,特别是从最近几年(1990—1997,可类似检验)分析,信贷总量的作用基本不能再观察到.因此,信贷总量管理对宏观经济的作用已不再有效,取消信贷规模控制也就成为必然.事实上,信贷总量不再预报宏观经济变量可以从以下方面得到解释:80年代中期以后,我国的经济及金融体制发生了很大的变化,单一的国家银行体系逐渐被多种金融机构所替代,国有商业银行以外金融机构新增贷款占全部金融机构新增贷款的比重,由1990年的22%,上升到1996年的49%;资本市场在90年代后也得到较快发展,企业通过招股发债直接融资越来越多;随着我国对外开放的扩大,外汇资产的变动对国内货币供应量的影响也越来越大.在这种情况下,国家银行的贷款规模已不能客观反映全社会的货币支付能力,也就难以达到预报宏观经济效果的目的.

其次,城乡居民储蓄的变化对经济增长和物价上涨也有重要的影响.从早期(表3)和长期(表2)看,城乡居民储蓄的变化既影响经济总量( $gdp$ )又影响物价( $p$ ),但近期(表4)的作用主要体现在经济增长上,而对物价的影响在相对弱化.

最后,影响作用变化最大的是各个层次的货币供应量,不论名义货币  $m0$  还是实际货币  $rm0$ ,早期

(表 3)对所有的宏观经济变量均有重要影响,但到近期(表 4)这种影响已经几乎不再存在,只是从长期看(表 2)仍对物价有着明显的先导作用。反过来,尽管名义货币  $m_1$  和名义货币  $m_2$  从长期和近期看主要对物价作用明显,而对经济增长影响较小,但实际货币  $rm_1$  和  $rm_2$  从近期看既对经济总量(gdp)又对物价(p)具有明显的主导作用,这表明中国的货币供给机制已呈现市场经济特征。

基于上述 F 检验的结果,可得出如下实证分析的结论和政策建议:1)国家银行信贷总量规模控制的作用已经弱化,考虑到从长期看信贷总量对物价上涨仍有一定的超前关系,在取消信贷总量规模控制的情况下,若出现比较严重的通货膨胀时,仍应对信贷总量加以适当的调控。2)城乡居民储蓄的变化已对物价没有太大的影响,但可通过利率等政策手段调控城乡居民储蓄总额增减,促进其对经济的发展作用。3)各个层次的名义货币  $m_0$ 、 $m_1$ 、 $m_2$  主要对物价上涨具有较大的作用,若要通过货币总量控制,既保持物价的稳定又促进经济的增长,建议近期调控的重点应放在  $m_1$  和  $m_2$  这两个层次上,且既要监测名义货币  $m_1$  和  $m_2$  的增长率,今后更应重点监测实际货币  $rm_1$  和  $rm_2$  的增长率,因为实际货币  $rm_1$  和  $rm_2$  的增长率对经济增长和物价变化均有非常明显的超前关系。

表 2 因果检验(F-检验)结果(1953—1997)

	因变量			
	y	gdp	p	fa
dc	0.14(0.87)	0.53(0.72)	9.65(0.00)***	0.01(0.93)
rdc	0.12(0.89)	0.30(0.74)	9.09(0.00)***	0.48(0.62)
sav	2.05(0.14)*	3.23(0.05)**	3.05(0.06)**	2.17(0.13)**
rsav	2.05(0.14)*	2.98(0.06)**	2.83(0.07)**	4.22(0.02)***
$m_0$	5.61(0.00)***	2.08(0.14)*	8.43(0.00)***	7.56(0.00)***
$m_1$	0.30(0.74)	0.09(0.91)	5.05(0.01)***	0.06(0.94)
$m_2$	0.05(0.95)	0.21(0.81)	5.84(0.00)***	0.09(0.91)
$rm_0$	5.48(0.00)***	2.12(0.13)*	7.56(0.00)***	5.83(0.00)***
$rm_1$	0.44(0.64)	0.23(0.79)	4.57(0.01)***	0.41(0.67)
$rm_2$	0.15(0.86)	0.23(0.79)	5.28(0.00)***	0.60(0.55)

注:表 2 中括号所列的概率值是接受解释变量的所有滞后项为零的零假设的概率,\*,\*\*,\*\*\* 分别表示 80%,90%,99% 的概率拒绝零假设,即接受因果关系的假设。

表 3 因果检验(F-检验)结果(1953—1983)

	因变量			
	y	gdp	p	fa
dc	1.07(0.36)	1.14(0.34)	1.05(0.37)	0.13(0.88)
rdc	0.41(0.67)	0.55(0.58)	0.93(0.40)	0.14(0.89)
sav	0.99(0.39)	1.86(0.18)*	2.25(0.13)*	2.92(0.08)**
rsav	1.07(0.36)	1.96(0.17)*	2.07(0.15)*	4.17(0.03)**
$m_0$	5.82(0.00)***	3.07(0.06)**	3.85(0.04)**	8.04(0.00)***
$m_1$	1.04(0.37)	0.59(0.56)	1.02(0.38)	0.08(0.92)
$m_2$	0.64(0.54)	0.38(0.69)	1.23(0.31)	0.05(0.95)
$rm_0$	5.44(0.01)***	2.84(0.08)**	3.73(0.04)**	6.60(0.00)***
$rm_1$	0.80(0.46)	0.48(0.62)	0.97(0.39)	0.12(0.89)
$rm_2$	0.47(0.63)	0.32(0.73)	1.17(0.33)	0.25(0.78)

注:表 3 中括号所列的概率值是接受解释变量的所有滞后项为零的零假设的概率,\*,\*\*,\*\*\* 分别表示 80%,90%,99% 的概率拒绝零假设,即接受因果关系的假设。

表4 因果检验(F-检验)结果(1984—1997)

	因变量			
	y <sub>t</sub>	gdp	p <sub>t</sub>	fa <sub>t</sub>
dc	0.16(0.85)	0.35(0.59)	1.11(0.37)	0.62(0.56)
rdc	0.77(0.49)	2.33(0.16)*	1.04(0.40)	0.03(0.97)
sav	1.08(0.38)	1.41(0.29)	0.17(0.84)	1.14(0.37)
rsav	2.32(0.16)**	4.27(0.05)**	0.10(0.91)	1.78(0.23)
rm0	1.93(0.20)	1.35(0.31)	1.85(0.21)	6.53(0.02)**
rm1	0.05(0.95)	0.61(0.56)	2.33(0.15)*	0.31(0.74)
rm2	0.15(0.86)	1.61(0.25)	7.24(0.01)***	0.79(0.49)
rm0	0.11(0.90)	0.05(0.96)	1.69(0.24)	0.59(0.57)
rm1	1.07(0.38)	3.71(0.06)**	2.14(0.17)*	1.21(0.34)
rm2	1.10(0.37)	7.53(0.01)***	7.47(0.01)***	0.69(0.53)

注:表4中括号所列的概率值是接受解释变量的所有滞后项为零的零假设的概率,\*、\*\*、\*\*\*分别表示80%、90%、99%的概率拒绝零假设,即接受因果关系的假设。

但是应当注意,因果关系检验的一个缺陷在于实际上可能是由第3个变量z影响y,但当期z与x相关.处理这种情况,可能的方法之一就是把它也放在右方进行回归<sup>[6-13]</sup>.以货币变量在经济总量的自回归系统方程中的显著性检验来验证货币变量与经济增长和物价水平之间的关系

$$gdp_t = \alpha + \sum_{i=1}^2 \beta_i gdp_{t-i} + \sum_{i=1}^2 \gamma_i p_{t-i} + \sum_{i=0}^2 \delta_i m_{t-i}$$

$$p_t = \alpha + \sum_{i=1}^2 \beta_i gdp_{t-i} + \sum_{i=1}^2 \gamma_i p_{t-i} + \sum_{i=0}^2 \delta_i m_{t-i}$$

其中国内生产总值gdp和零售物价p的滞后阶数取2是由Hsiao的方法确定的,m代表实际货币变量的增长率.考虑到本文用年度数据进行分析,货币变量的滞后阶数也取2,并且i可取0,主要是想检验当期货币变量对宏观经济变量的影响.显著性检验的假设为:如果货币变量不包含任何关于宏观经济变量的有效信息,则货币变量的所有系数为 $\delta_i = 0 (i=0,1,2)$ .

表5报告了F显著性检验的结果.实证结果显示,从改革开放以后的将近20年内,实际货币增长率rm1和rm2在统计学意义上显著地包含了经济增长和零售物价变动的有效信息,而国家银行信贷和城乡居民储蓄的变动对经济增长和零售物价变动的预测性则并不十分明显,这与前述两个变量系统的检验结果是一致的.

表5 货币变量对宏观经济变量因果关系的F检验

因变量	1953—1978				1979—1997			
	rm1	rm2	rdc	rsav	rm1	rm2	rdc	rsav
gdp	2.5*	2.67*	2.3*	6.65***	7.2***	7.42***	2.53*	0.58
p	1.39	1.7	1.89	1.59	2.24*	6.85***	1.8	0.04

注:\*、\*\*、\*\*\*分别表示85%、90%、99%的概率拒绝零假设,即接受因果关系的假设。

上述实证结果表明,近年来,我国信贷总量和城乡居民储蓄所包含的关于宏观经济波动的信息显著地弱于货币总量M1和M2所包含的相关信息.因此在计量经济学的意义上,信贷总量和城乡居民储蓄等总量指标已不是理想的货币政策控制指标,而货币总量M1和M2,特别是实际货币总量RM1和RM2或其增长率则是比较理想的替代选择.

### 3 货币供应增长率的优化控制

根据前面的分析,实际货币变量 M1 和 M2 对物价变量和经济增长变量具有较强的前导作用,这也表明实际货币变量 M1 和 M2 的内生性在不断减弱,而外生性则在不断加强.事实上近年来中央银行已把各个层次的货币供应量作为重要的货币政策变量而加以调控.在第九届全国人民代表大会上,提出了我国 1998 年宏观调控的主要目标是:经济增长率 8%,全国商品零售物价涨幅控制在 3% 以内.由于货币供给对物价上涨和经济增长的重要影响,有必要根据上述调控目标确定对应的最优货币供应增长率.为此,首先建立货币供应与经济增长和物价上涨之间的动态联立模型.

对于多方程的联立模型,可以有两种估计方法:第 1 种方法是,对单个方程采用最小二乘法估计,其中假设各方程的残差是不相关的,各个方程之间是相互独立的;第 2 种方法是,假设联立方程模型组为一整体,各独立变量有一定的内在联系,残差向量的各分量是相关的,用似乎不相关回归估计方法<sup>[34]</sup>,对方程组进行系统估计.

似乎不相关回归估计(SUR)方法是对方程组的两阶段广义最小二乘法.其基本步骤是:首先对各个方程用最小二乘法,计算出各方程的残差及残差的相关矩阵,然后,用此相关矩阵近似代替方程组模型的残差的相关矩阵,对方程组加权,作广义最小二乘估计.这种估计方法的优点在于它考虑了独立变量之间的相关性,考虑这种相关性对于建立货币供应与经济增长和物价上涨之间的关系模型显然是十分必要的.

考虑到实际货币增长率数据本身的稳定性及其对经济增长和物价波动的相关性,用 1979—1997 年的实际货币增长率  $rm1$ 、 $rm2$  与实际经济增长率  $gdp$  和物价上涨率  $p$  数据,通过反复比较并采用 SUR 方法,得到下面的估计结果

$$\begin{cases} gdp_t = 0.395gdp_{t-1} - 0.138p_{t-1} - 0.131rm1_{t-1} - 0.024rm1_{t-2} + 5.276 \\ p_t = 0.849gdp_{t-1} + 0.622p_{t-1} - 0.215rm1_{t-1} + 0.043rm1_{t-2} - 8.677 \end{cases} \quad (3)$$

以及

$$\begin{cases} gdp_t = 0.394gdp_{t-1} - 0.173p_{t-1} + 0.129rm2_{t-1} + 0.051rm2_{t-2} + 4.464 \\ p_t = 1.005gdp_{t-1} - 0.595p_{t-1} + 0.241rm2_{t-1} - 0.009rm2_{t-2} - 10.787 \end{cases} \quad (4)$$

系统(3)和(4)的各项统计指标都是不错的,且所有系数的符号与经济实际也是一致的.(3)和(4)通过适当的变换可化为如下一般状态方程

$$Y_t = A_t Y_{t-1} + C_t u_t + b_t$$

即假定货币当局面临的决策环境可用上述线性系统来描述.其中

$$Y_t = [p_t, y_t, m_{t-1}]'$$

$$\text{对应(3)有 } A_t = \begin{bmatrix} 0.395 & -0.138 & 0.024 \\ 0.849 & 0.622 & 0.043 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}, C_t = [0.131, 0.215, 1]'$$

$$b_t = [5.276, -8.677, 0]', u_t = rm1_{t-1}$$

$$\text{而对应(4)有 } A_t = \begin{bmatrix} 0.394 & -0.173 & 0.051 \\ 1.005 & 0.595 & -0.009 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}, C_t = [0.129, 0.241, 1]'$$

$$b_t = [4.464, -10.787, 0]', u_t = rm2_{t-1}$$

考虑到物价波动与经济增长的相互联系,及其进一步与其它宏观经济变量之间的关系,假定货币当局认为维持一个合理的物价上涨率  $p$  以及经济增长率  $y$  是其期望的最优决策目标,相应地可以定义第  $t$  期的损失函数为

$$W_t = (Y_t - a_t)' K_t (Y_t - a_t)$$

其中  $K_i$  为权矩阵,  $K_i = \begin{bmatrix} w_1 & 0 & 0 \\ 0 & w_2 & 0 \\ 0 & 0 & w_3 \end{bmatrix}$ , 反映了决策者对物价上涨和经济增长的重视程度,  $a_i$  为期望的最优决策目标. 假设决策者寻求  $T$  期内的最优货币控制指标, 则可转化为下述最优控制问题

$$\begin{aligned} \min W &= \sum_{i=1}^T (Y_i - a_i)' K_i (Y_i - a_i) \\ \text{s. t. } Y_i &= A_i Y_{i-1} + C_i u_i + b_i \end{aligned} \quad (5)$$

其中  $Y_i$  为状态变量,  $u_i$  为控制变量(政策变量).

问题(5)可以用动态规划方法来求解<sup>[1]</sup>. 给出直到  $T-1$  期以前的全部信息, 首先求出最后期  $T$  的最优政策, 用  $V_T$  表示  $T$  期损失的期望, 它决定于  $T-1$  期以前的信息, 是政策  $u_T$  的函数

$$\begin{aligned} V_T &= E_{T-1} (Y_T - a_T)' K_T (Y_T - a_T) \\ &= E_{T-1} (Y_T' H_T Y_T - 2Y_T' h_T + c_T) \end{aligned} \quad (6)$$

式中,  $H_T = K_T$ ,  $h_T = K_T a_T$ ,  $c_T = a_T' K_T a_T$ . 在式(5)中用  $A_T Y_{T-1} + C_T u_T + b_T$  代替  $Y_T$ , 并利用微分使  $V_T$  相对  $u_T$  极小化, 求得最后期的最优政策

$$\hat{u}_T = G_T Y_{T-1} + g_T \quad (7)$$

其中  $G_T = -(C_T' H_T C_T)^{-1} (C_T' H_T A_T)$  (8)

$$g_T = -(C_T' H_T C_T)^{-1} C_T' (H_T b_T - h_T) \quad (9)$$

在  $V_T$  式中代入  $u_T$ , 得到最后期的最小期望损失

$$\begin{aligned} \hat{V}_T &= Y_{T-1}' (A_T + C_T G_T)' H_T (A_T + C_T G_T) Y_{T-1} \\ &\quad + 2Y_{T-1}' (A_T + C_T G_T)' (H_T b_T - h_T) \\ &\quad + (b_T + C_T g_T)' H_T (b_T + C_T g_T) \\ &\quad - 2(b_T + C_T g_T)' h_T + c_T + E_{T-1} \hat{u}_T' H_T u_T \end{aligned} \quad (10)$$

为了得到最后两期的最优政策, 根据动态规划法的最优化原理, 只需求出  $u_{T-1}$ , 使

$$\begin{aligned} V_{T-1} &= E_{T-2} [(Y_{T-1} - a_{T-1})' K_{T-1} (Y_{T-1} - a_{T-1}) + \hat{V}_T] \\ &= E_{T-2} [Y_{T-1}' H_{T-1} Y_{T-1} - 2Y_{T-1}' h_{T-1} + c_{T-1}] \end{aligned} \quad (11)$$

极小化. 其中

$$H_{T-1} = K_{T-1} + (A_T + C_T G_T)' H_T (A_T + C_T G_T) \quad (12)$$

$$h_{T-1} = K_{T-1} a_{T-1} - (A_T + C_T G_T)' (H_T b_T - h_T) \quad (13)$$

$$c_{T-1} = a_{T-1}' K_{T-1} a_{T-1} + (b_T - C_T G_T)' H_T (b_T - C_T G_T) - 2(b_T + C_T g_T)' h_T + c_T \quad (14)$$

相应地, 有  $\hat{u}_{T-1} = G_{T-1} Y_{T-2} + g_{T-1}$

把(10)中下标  $T$  换为  $T-1$ , 即得期望损失  $\hat{V}_{T-1}$ , 以此类推, 最终可以得出

$$\hat{u}_1 = G_1 Y_0 + g_1 \quad (15)$$

作为第1期的最优政策, 和与之有关的最小期望损失  $V_1$ .

具体计算如下: 首先按时间倒退顺序  $t = T, T-1, \dots, 1$  解(8), (12)

$$G_t = -(C_t' H_t C_t)^{-1} (C_t' H_t A_t)$$

$$H_{t-1} = K_{t-1} + (A_t + C_t G_t)' H_t (A_t + C_t G_t)$$

初始条件:  $H_T = K_T, K_T, \dots, K_1$  给定.

得到  $G_t$  和  $H_t, t = T, T-1, \dots, 2, 1$ .

其次, 按时间倒退顺序  $t = T, T-1, \dots, 1$  解(9), (13)

$$g_t = -(C_t' H_t C_t)^{-1} C_t' (H_t b_t - h_t)$$

$$h_{t-1} = K_{t-1} a_{t-1} - (A_t + C_t G_t)' (H_t b_t - h_t)$$

初始条件:  $h_T = K_T a_T, K_t, a_t, b_t, t = T, T-1, \dots, 1$  均已知.

得到  $g_t$  和  $h_t, t = T, T-1, \dots, 2, 1$ .

进一步由公式(15)即可得到第 1 期的最优货币供给量和最小期望损失  $\hat{V}$ .

利用上述计算方法,通过 MATLAB 编程计算,表 6 给出了计算结果,其中取 1997 年初始值为  $gdp = 8.8, p = 0.8$ ,并假定 1998 年期望经济增长率和零售物价上涨幅度分别为 8% 和 3%. 从表 6 中可以看出狭义名义货币 M1 的增长率控制在 16% 至 17% 之间,广义名义货币 M2 的增长率控制在 19% 至 20% 之间应是我国未来一段时间内的最优选择.

表 6 最优货币政策建议

对物价和经济增长的相对权重		最优货币供给增长率			
$w_p$	$w_y$	实际货币 M1	名义货币 M1	实际货币 M2	名义货币 M2
1	1	13.13	16.13	16.78	19.78
1	2	12.53	15.53	16.80	19.80
2	1	13.51	16.51	16.68	19.68
1	4	11.54	14.54	16.59	19.59
4	1	13.75	16.75	16.58	19.58
100	1	14.03	17.03	16.44	19.44

如果设想作一 5 年规划,希望今后 5 年均保持 8% 的经济增长速度且零售物价上涨幅度维持在 3% 的水平上,同时对物价和经济增长取相同的权重,则可计算最优货币供给增长如表 7 所示:

表 7 最优货币供给计划

时间	最优货币供给增长率			
	实际货币 M1	名义货币 M1	实际货币 M2	名义货币 M2
1998	13.14	17.14	16.76	19.76
1999	13.13	17.13	16.87	19.87
2000	13.09	16.09	17.04	20.04
2001	12.82	15.82	16.02	19.02
2002	10.20	13.20	14.34	17.34

另外,还计算了各种经济增长与物价上涨组合下 1998 年的最优货币供给量,表 8 是其计算结果.

表 8 1998 年各种经济增长与物价上涨组合下的最优货币供给

经济增长率	物价上涨率	最优货币供给增长率			
		实际货币 M1	名义货币 M1	实际货币 M2	名义货币 M2
8	3	13.13	16.13	16.78	19.78
8	2	11.43	13.43	14.99	16.99
8	1	9.72	10.72	13.23	14.23
9	3	14.67	17.67	17.58	20.58
9	2	11.05	13.05	14.12	16.12
7	3	14.08	17.08	16.83	19.83
7	2	10.46	12.46	13.38	15.38
6	3	13.79	16.79	16.46	19.46
6	2	10.17	12.17	13.00	15.00

由表 8 可以看出,在保持经济增长不是太低的前提下( $>6\%$ ),若希望物价上涨率控制在 3% 左右,则狭义货币供给量 M1 的理想控制区间是 16% 至 17% 之间,广义货币供给量 M2 的理想控制区间是 19% 至 20% 之间;若希望物价上涨率控制在 2% 左右,则狭义货币供给量 M1 的理想控制区间是 12% 至 14% 之间,广义货币供给量 M2 的理想控制区间是 15% 至 17% 之间.

## 参考文献

- 1 Granger C W J. Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods. *Econometrica*, 1969; 37(3):424~438
- 2 Sims C. Money, income and causality. *The American Economic Review*, 1972; 62(3):540~552
- 3 Hsiao C. Autoregressive modelling and money-income causality detection. *Journal of Monetary Economics*, 1981; 7(1): 85~106
- 4 Akaike H. Statistical predictor identification. *Annals of the Institute of Statistical Mathematics*, 1969; 21(2):203~217
- 5 Mackinnon, James G. Critical values for cointegration tests. In *Long run Economic Relationships*, edited by Robert F. Engle and C. W. J. Granger, Oxford University Press, 1991. 267~276
- 6 Jacobi R L, Leamer E E, Ward M P. The difficulties with testing for causation. *Economic Inquiry*, 1979; 17(3):401~413
- 7 Feige E L, Pearce D K. The causal relationship between money and income: some caveates for time series analysis. *Journal of Econometrics*, 1988; 39(2):199~211
- 8 Friedman B M, Kuttner K N. Money, income, prices, and interest rates. *The American Economic Review*, 1992; 82(3): 472~492
- 9 Friedman B M, Kuttner K N. Another look at the evidence on money-income causality. *Journal of Econometrics*, 1993; 57(1):189~203
- 10 Manchester J. How money affects real output. *Journal of Money, Credit, and Banking*, 1989; 21(1):16~32
- 11 Friedman B M. The rise and fall of money growth targets as guidelines for US monetary policy. in *Towards More Effective Monetary Policy*, Macmillan Press Ltd, 1997. 137~165
- 12 Cunningham S R, Vilasuso J R. Time aggregation and the money-real GDP relationship. *Journal of Macroeconomics*, 1997; 19(4): 675~695
- 13 Estrella A, Mishkin F S. Is there a role for monetary aggregates in the conduct of monetary policy? *Journal of Monetary Economics*, 1997; 40(2): 279~304
- 14 Zellner A. An efficient method of estimating seemingly unrelated regressions approach. *Journal of the American Statistical Association*, 1962; 57(2): 348~368
- 15 邹至庄. 用控制方法进行计量经济分析. 侯先荣等译. 北京: 中国友谊出版公司, 1987. 2~13

## Money Supply Effect and the Optimum Money Supply Rule

*Huang Xiankai*

Department of General Education, Beijing Institute of Business

*Deng Shuhui*

Institute of System Science, Academia Sinica

**Abstract** In this paper, we study the money supply effect to price level and economic growth. There are two targets for this research: one is to find the causal relationship among the money supply, price level and economic growth during the different period in China; the other is to calculate the optimal money supply growth rate by using of the dynamic programming method.

**Keywords:** money supply, price level, economic growth, dynamic optimum