

文章编号: 1003- 207( 2000) 03- 0075- 06

# 中国外资需求的建模及协整分析

马超群, 陈汉利

(湖南大学国际商学院, 长沙 410082)

摘要: 90 年代以来, 随着我国利用外资的大幅增长, 由引资规模、引资结构不当等原因引起的负面效应逐渐加大作用, 它严重影响着我国国内的经济建设。了解我国利用外资情况, 对我国外资需求进行深入研究, 建立合理的外资需求模型, 对我国引进外资的规模进行计划决策, 充分发挥外资的正面效应是非常重要的。

关键词: 外资需求; 协整模型; 误差校正模型

中图分类号: F224 文献标识码: A

## 1 协整与误差校正分析

### 1.1 单位根检验

若某一随机变量  $y_t$  是不平稳序列, 经过  $d$  次差分后  $\{\Delta^d y_t\}$  成为了平稳序列, 而其  $d-1$  次差分  $\{\Delta^{d-1} y_t\}$  是不平稳序列, 则称随机变量  $\{y_t\}$  中  $d$  阶整形过程, 也称随机变量  $\{y_t\}$  具有单位根, 我们常用的单位根检验为 ADF(Augmented Dickey-Fuller) 检验

为简单起见, 在这里考虑  $I(1)$  序列的情况

$$y_t = u + \gamma t + \rho y_{t-1} + \sum_{i=1}^k \delta_i \Delta y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (1)$$

这里,  $u, \rho$  是参数,  $\varepsilon$  是白噪声, 如果  $-1 < \rho < 1$ , 则可以得出  $y$  是一个平稳序列; 如果  $\rho = 1$ , 则得出  $y$  是一个不平稳的序列。(1) 式两边减去  $y_{t-1}$ , 得到一个新的等式:

$$\Delta y_t = \mu + \gamma t + w y_{t-1} + \sum_{i=1}^k \delta_i \Delta y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (2)$$

其中,  $w = \rho - 1$ 。方程中加入  $k$  个滞后项是为了使残差项为白噪声, 以保证推断的可靠性,  $k$  的选取采用 Sckwart(1987 年) 推荐的方法,  $k$  的最大值为  $[12(T/100)^{1/4}]$ , 其中  $T$  表示观测值个数。

Dickey 和 Fuller 采用普通最小二乘法得到关于  $y_{t-1}$  系数的  $t$ - 统计量来进行单位根检验,

$$t = (\rho - 1) / SE(\rho) \quad (3)$$

$$H_0: w = 0, H_1: w < 0$$

因此它的  $t$  值不服从标准的  $t$ - 分布, 该检验的临界值见 Mackinnon(1991)。如果检验统计值大于临界值则接受零假设  $H_0$ , 而拒绝后备假设  $H_1$ , 则说明序列  $y_t$  存在着单位根, 即  $y_t$  序列是不平稳的序列; 否则接受说明序列不存在单位根, 即  $y_t$  序列是平稳的序列。对于不平稳的时间序列, 还需进一步检验其一阶差分的平稳性, 如果检验得知序列的一阶差分是平稳的, 则称此序列是  $I(1)$ 。

收稿日期: 1999- 09- 27, 修订时期: 2000- 04- 10

作者简介: 马超群(1963- ), 男(汉族), 湖南长沙人, 湖南大学工商管理学院, 教授, 研究方向: 管理科学与工程。

### 1.2 协整检验

#### 1) Engle- Granger 两步检验法

Engle 和 Granger 提出了利用最小二乘法 (OLS) 进行 CI(1, 1) 协整关系检验的两步法。

步骤一: 为检验序列  $x_t = (x_{1t}, x_{2t}, \dots, x_{nt})$  的 CI(1, 1) 阶协整关系。首先对每个变量进行单位根检验, 得出每个变量均为  $I(1)$  序列, 然后选取了某个变量(如  $x_{1t}$ ) 对其它变量进行普通最小二乘法 (OLS) 回归, 得:

$$x_{1t} = \hat{\beta}_2 x_{2t} + \hat{\beta}_3 x_{3t} + \dots + \hat{\beta}_n x_{nt} + u_t \tag{4}$$

步骤二: 对 (3) 式中的残差项  $u_t$  进行单位根检验, 一般采用 ADF 检验对  $u_t$  进行单位根检验。若检验结果表明  $u_t$  是  $I(0)$  序列, 即说明  $u_t$  是平稳序列, 则得出  $x_{1t}, x_{2t}, \dots, x_{nt}$  是 CI(1, 1) 阶协整的。 $x_t$  的每变量之间存在着协整关系, 其协整向量为  $(1, -\hat{\beta}_2, -\hat{\beta}_3, \dots, -\hat{\beta}_n)$ 。

#### 2) Johansen 的极大似然检验法

考虑向量序列  $x_t = (x_{1t}, x_{2t}, \dots, x_{nt})$ ,  $x_t$  是  $P$  维高斯随机过程, 假设它的生成过程为:

$$x_t = \Pi_1 x_{t-1} + \Lambda + \Pi_k x_{t-k} + \varepsilon_t, t = 1, 2, \dots, \tag{5}$$

其中:  $x_{-k+1}, \dots, x_0$  的值给定,  $\varepsilon$  是均匀分布的,  $\Pi_i$  是  $n \times n$  矩阵。

其中:  $\Gamma_i = -I + \Pi_1 + \dots + \Pi_i (i = 1, \dots, k)$ , 设  $T_k = -\alpha\beta'$ ,  $\alpha\beta'$  不是满秩, 有:

$$\Delta x_t = \Gamma_1 \Delta x_{t-1} + \Gamma_2 \Delta x_{t-2} + \dots + \Gamma_{k-1} \Delta x_{t-k+1} - \alpha\beta' x_{t-k} + \varepsilon_t \tag{6}$$

Johansen 采用极大似然法来估计协整向量, 得到一个  $m \times 1$  的残差向量  $R_{ot}$  和  $R_{kt}$ , 生成一个  $m \times m$  的残差矩阵,

$$S_{ij} = T^{-1} \sum_{t=1}^T R_{it} R'_{jt}, \quad i, j = 0, k \tag{7}$$

#### 特征方程

$$|\lambda S_{kk} - S_{k0} S_{00}^{-1} S_{0k}| = 0 \tag{8}$$

设定特征值  $\hat{\lambda}_1 \geq \hat{\lambda}_2 \geq \dots \geq \hat{\lambda}_r \geq \hat{\lambda}_{r+1} \geq \dots \geq \hat{\lambda}_n$  和相应的特征向量  $\hat{\beta}_1, \hat{\beta}_2, \dots, \hat{\beta}_n$ , 有似然函数:

$$L(\alpha, \beta, \Lambda) = |\Lambda|^{-T/2} \exp \left\{ -\frac{1}{2} \sum_{t=1}^T (R_{ot} + \alpha\beta' R_{kt})' \Lambda^{-1} (R_{ot} + \alpha\beta' R_{kt}) \right\} \tag{9}$$

其中  $\Lambda$  是方差矩阵,  $R_{ot}$  是  $\Delta x_t$  对  $\Delta x_{t-1}, \Delta x_{t-2}, \dots, \Delta x_{t-k+1}$  进行回归的残差,  $R_{kt}$  是  $x_{t-k}$  对  $\Delta x_{t-1}, \Delta x_{t-2}, \dots, \Delta x_{t-k+1}$  回归的残差,  $T$  为样本数。 $R_{ot}$  对  $-\beta' R_{kt}$  进行回归可以得  $\alpha, \Lambda$ :

$$\hat{\alpha}(\beta) = -S_{ok} \beta (A' S_{kk} \beta)^{-1} = -S_{ok} \hat{\beta} \tag{10}$$

$$\hat{\Lambda}(\beta) = S_{oo} - S_{ok} \beta (\beta' S_{kk} \beta)^{-1} \beta' S_{ko} = S_{oo} - \hat{\alpha} \hat{\alpha}' \tag{11}$$

得到最大似然函数:

$$L_{\max}^{-2/T} = |S_{oo}| \prod_{i=1}^r (1 - \hat{\lambda}_i) \tag{12}$$

该函数的选取不依赖于  $\beta$  值的大小, 只取决于由 (7) 式所得到的特征值  $\lambda_i$ 。

如果我们想要检验至多有  $r$  个协整向量, 则设

$$H_0: \lambda = 0 \quad i = r + 1, \dots, n$$

这里  $\hat{\lambda}_{r+1}, \Lambda, \hat{\lambda}_n$  是  $n - r$  个较小特征值的估计值, 接受  $H_0$  则表示有  $r$  个特征向量存在。

### 1.3 误差校正模型

如果一个向量时间序列  $x_t \sim I(1)$  能由下式表示:

$$A(B)(1-B)x_t = \alpha z_{t-1} + u_t \quad (13)$$

式中:  $u_t$  是一个平稳的多变量分布, 即  $u_t \sim I(0)$ ,  $A(B)$  是有限阶的多项式,  $A(0) = I$ ,  $I$  是单位矩阵,  $B$  是滞后算子,  $\alpha \neq 0$ ,  $z_{t-1} = -\beta' x_{t-1}$ , 则称序列  $x_t$  有误差校正表达式。其中  $\beta$  是协整向量, 在(12) 式中,  $x_t \sim I(1)$ ,  $z_t \sim I(0)$ , 由此可推知在误差校正模型中, 所有的项均是  $I(0)$ 。反之, 如果  $x_t \sim I(1)$ , 它是由误差校正模型产生的, 则  $x_t$  是协整的。

## 2 我国外资需求的 Granger 因果关系检验

外资需求(FI) 作为内生变量, 与之相关的因素有: 国内生产总值(GDP)、出口(EX)、进口(IM)、固定资产投资(FAI)。为了考察内生变量与外生变量之间的密切程度, 同时避免用相关系数判断因果关系时产生的错误结论, 在这里引用检验变量之间因果关系 Granger 因果检验。可用来判断两个变量之间是否包含有助于改善相互预测的信息。通过 Granger 因果关系检验法, 我们定量地对变量之间的因果关系进行分析, 检验结果见表 2。从表中的数字我们可以了解到外资需求与国内生产总值、出口、进口和固定资产投资之间存在着 Granger 因果关系, 从而确定了影响因素选择的可靠性。

表 2 FI 和 GDP、EX、IM、FAI 的 Granger 因果关系

原 假 设	观察数	F- 统计	接受原假设的概率
GDP 不是 FI 的 Granger 原因	16	20.7669	0.0006
FI 不是 GDP 的 Granger 原因	16	2.5451	0.1327
EX 不是 FI 的 Granger 原因	16	2.9413	0.1013
FI 不是 EX 的 Granger 原因	16	14.6153	0.0017
IM 不是 FI 的 Granger 原因	16	18099	0.2315
FI 不是 IM 的 Granger 原因	16	0.7761	0.5743
FAI 不是 FI 的 Granger 原因	16	2.7083	0.1185
FI 不是 FAI 的 Granger 原因	16	0.7063	0.6124

## 3 我国外资需求的建模

### 3.1 变量与数据的选取

所选用的时间序列均是从 1979 年到 1998 年的经济数据, 由于缺乏一些重要宏观经济指标的月度数据与季度数据, 我选用了 1979 年到 1998 年的经济年度数据。为了研究的方便, 并考虑到对各时间序列的数据取对数之后不会改变各时间序列之间的协整关系, 且所得到的数据容易得到平稳的序列, 在这里对这些时间序列进行对数处理, 在以下的分析中, 所有在字母前加上 L 的变量表示是由相应数据经取对数转换而得到的新变量。

### 3.2 ADF 单位根检验

采用 Augmented Dickey-Fuller(ADF) 单位根检验对以下的变量进行单位根检验, 这些变量是: 外资需求规模(LFI)、国内生产总值(LGDP)、出口(LEX)、进口(LIM)和固定资产投资(LFAI), 检验结果见表 3。通过 ADF 检验发现, 在 5% 的显著性水平下, 接受序列 LFI、LGDP、LEX、LIM 和 LFAI 均有单位根的假设, 但拒绝这五个序列的一阶差分序列具有单位根的假设, 即其一阶差分序列都是平稳的序列。从而可以判断出 LFI、LGDP、LEX、LIM 和 LFAI 这五个序列都是  $I(1)$  序列。它们均通过了单位根检验, 可进一步检验它们之间是否存在长期协整关系。

### 3.3 协整检验

本文用 Johansen 极大似然法来考察 LFI、LGDP、LEX、LIM 与 LFAI 之间协整关系。

表 3 LFI、LGDP、LEX、LIM 和 LFAI 序列的单位根检验

变量	ADF 检验	检验形式(C, T, K)	临界值
LFI	- 3. 4507	(C, T, 1)	- 3. 6920
LGDP	- 0. 2304	(C, T, 3)	- 3. 7347
LEX	- 3. 5772	(C, T, 3)	- 3. 7347
LIM	- 2. 4462	(C, T, 3)	- 3. 7347
LFAI	- 1. 7505	(C, T, 3)	- 3. 7347
ΔLFI	- 3. 7201	(C, N, 3)	- 3. 0818
ΔLGDP	- 3. 8460	(C, N, 1)	- 3. 0521
ΔLEX	- 3. 6003	(C, N, 1)	- 3. 0521
ΔLIM	- 4. 1055	(C, T, 1)	- 3. 7119
ΔLFAI	- 3. 7938	(C, N, 2)	- 3. 0659

注: (1) 检验形式(C, T, k) 中的 C, T, k 分别表示单位根检验方程包括常数项、时间趋势和滞后阶数。N 是指检验方程不包括常数项和时间趋势。

(2) 临界值是在 5% 的显著水平下得到检验值。

表 4 (LFI、LGDP、LEX、LIM、LFAI) 的协整检验结果

特征值	似然率	5% 的临界值	1% 的临界值	协整向量数目
0. 9178	93. 9168	68. 52	76. 07	没有
0. 8466	48. 9448	47. 21	54. 46	最多一个
0. 4735	15. 2028	29. 68	35. 65	最多二个
0. 1802	3. 6572	15. 41	20. 04	最多三个
0. 0045	0. 0808	3. 76	6. 65	最多四个

从表 3 中可以看出 LFI、LGDP、LEX、LIM 与 LFAI 之间存在二个协整关系, 其中具有经济解释意义的是第一个协整向量所对应的长期方程:

$$LFI_t = 0.4901LGDP_t + 0.1662LEX_t + 1.0509LIM_t + 0.1538LFAI_t - 8.1369 + u_t \quad (14)$$

(0.5348)      (0.4249)      (0.5477)      (0.4516)      (3.3557)

[0.9165]      [0.39106]      [1.9191]      [0.3405]      [0.34055]

(圆括号内的数值为标准回归系数, 方括号内的数值为 t 统计值)

### 3.4 误差校正方程

根据 Hendry 为代表的伦敦经济流派提出的一般到特殊的方法, 从滞后阶数 2 阶开始, 逐步去掉不显著的变量及滞后量, 建立以下的误差校正模型:

$$\Delta LFI_t = 0.4546\Delta LFI_{t-1} + 0.5826\Delta LGDP_t + 0.6344\Delta LEX_{t+1} + 0.4926\Delta LEX_{t-2} + 0.6133\Delta LIM_t$$

(0.0941)      (0.2391)      (0.2249)      (0.2548)      (0.1993)

[4.8292]      [2.4359]      [2.8213]      [1.932]      [3.0759]

$$+ 0.3444\Delta LIM_{t-2} + 0.5362\Delta LFAI_{t-1} - 0.9709ECM_{t-1} - 0.2988 \quad (15)$$

(0.1943)      (0.1497)      (0.1321)      (0.0719)

[1.7729]      [3.5821]      [-7.3465]      [-4.1527]



加一个百分点,就促使外资需求增长 0.1662 个百分点;进口对外资需求的作用较大,进口每增加一个百分点,外资需求就增加 1.0509 个百分点,固定资产投资每增加一个百分点,就会带来外资需求 0.1538 个百分点的增加,从外资需求的误差校正方程来看,外资需求的波动与滞后一期的外资需求的波动呈正向关系,短期内国内生产总值增加一个百分点,将带动 0.5286 个百分点的外资需求增加,这一数值大于长期方程中的 0.4901,说明短期国内生产总值的波动比长期国内生产总值的波动对外资需求的影响作用大,市场还存在着一定的不成熟性。出口与进口的当期及滞后二期的波动都对外资需求的波动呈正向关系,固定资产投资的波动也与外资需求的波动呈正向关系,短期内固定资产投资每增加一个百分点,短期外资需求增加 0.5362 个百分点,这个数值远远大于长期方程中的 0.1538,说明短期内固定资产对外资需求的影响大,误差校正模型统计检验和参数稳定性检验都通过,说明模型是可行的、稳定的,肯定了误差校正模型的建立。从(15)式可以看出,误差校正项的系数为负,说明误差校正项  $ECM_{t-1}$  的校正机制是当  $LFI_{t-1} - 0.4901LGD P_{t-1} - 0.1662LEX_{t-1} - 1.0509LIM_{t-1} - 0.1538LFAI_{t-1} + 8.1369 > 0$  时,  $ECM_{t-1}$  对  $\Delta LFI_{t-1}$  有减小的作用;相反当  $LFI_{t-1} - 0.4901LGD P_{t-1} - 0.1662LEX_{t-1} - 1.0509LIM_{t-1} - 0.1538LFAI_{t-1} + 8.1369 < 0$  时,  $ECM_{t-1}$  对  $\Delta LFI_{t-1}$  有增加的作用。 $ECM_{t-1}$  在(15)式中的系数 -0.9709 表示调整均衡偏差的幅度,说明长期均衡趋势误差校正项对均衡偏差的调整幅度为 97.09%,若出现偏离长期均衡方程的情况,变量重新回归到长期均衡方程很快,即长期稳定关系的失衡对短期外资需求规模的影响较大。

## 参考文献:

- [1] Engle, R. E. and Granger. C. W. J. Co-integration and Error Correction: Representation, Estimation and Testing Econometrica[J]. 1987, (55): 251-276.
- [2] Dickey, D. A. and et al. Unit Roots in Time Series Models: Tests and Implications[J]. American Statistician, 1986, (40): 12-26.

## The Modelling of China's Foreign Capital Demand and Its Cointegration Analysis

MA Chao qun, CHEN Han li

(International Business School, Hunan University, Changsha 410082, China)

**Abstract:** Since the reform and opening, China has gained great progress in utilizing foreign capital which has been playing important role in China's economic development. In the 90's, with the huge increase of foreign capital, some negative effects resulted from inappropriate foreign capital scale and structure are broadened and seriously influence China's economic construction. It seems extremely important to bring foreign capital into full play through deep research into foreign capital demand.

**Key words:** foreign capital; demand cointegration model; error-correction model