

- 9.1 什么是时间序列的平稳性？
- 9.2 自相关系数和偏自相关系数有什么不同？
- 9.3 白噪声序列有什么特点？
- 9.4 什么是自回归模型？如何确定自回归模型的阶数？采用什么方法估计自回归模型？
- 9.5 设 AR(2)模型 $y_t = -0.321 + 0.735y_{t-1} - 0.401y_{t-2} + \varepsilon_t$, $\varepsilon_t \sim N(0,1)$ 。
- (1) 写出模型的滞后多项式，求出滞后多项式的根并判断模型平稳性。
- (2) 如果模型满足平稳性条件，求出 $E(y_t)$ 和 $Var(y_t)$ 。
- (3) 写出模型自相关函数的尤勒-沃尔克方程，并计算 $k = 1, \dots, 12$ 对应的自相关函数值 $\rho(k)$ 。
- 9.6 适应预期模型和部分调整模型包含了怎样的经济学原理？两种模型有什么异同？
- 9.7 什么是格兰杰因果关系？和一般意义上的因果关系有什么区别？
- 9.8 什么是 ARCH 模型？将误差项方差模型 (ARCH 或者 GARCH 模型) 和均值模型一起估计有什么好处？ARCH 模型和 GARCH 模型是平稳时间序列模型吗？与 ARCH 模型相比 GARCH 模型有什么优点？
- 9.9 用文件 ex9.9 中的数据，对 CPI 序列的增长率建立自回归模型。
- 9.10 搜集相关数据，对我国的国内生产总值 (GDP) 和货币供应量 (M_2) 之间的格兰杰因果关系进行检验。
- 9.11 表 9.4 给出的是 1959 年 1 月到 1997 年 3 月美国利率及相关数据，

表 9.4

| 日期 | R | IP | M2 | PW |
|---------|------|-------|--------|-------|
| 1985M01 | 7.76 | 93.1 | 2337.6 | 103.4 |
| 1985M02 | 8.22 | 93.8 | 2359.4 | 103.3 |
| ... | ... | ... | ... | ... |
| 1996M03 | 4.96 | 123.4 | 3724.4 | 126.4 |
| 1996M04 | 4.99 | 124.5 | 3728 | 127.5 |

数据来源：S. 平狄克、L. 鲁宾菲尔德。

其中 R 为 3 月期美国国债利率，IP 为联邦储备委员会的工业指数，M2 为名义货币供给量 (十亿美元)，PW 为所有商品的生产价格指数。

- (1) 计算 M2 增长率 GM2 和 PW 增长率 GPW。
- (2) 以 R 为被解释变量、IP、GM2 和 GPW 的一阶滞后为解释变量，建立自回归分布滞后模型。用 EViews 对模型进行估计。
- (3) 设 (2) 中模型的误差项满足 GARCH(1,1)模型，用 EViews 估计均值模型和方差模型。

◆ 参考答案

- 是指时间序列的统计规律不随时间发生变化。用分布函数定义的平稳性称为严平稳，用矩定义的平稳性称为宽平稳。(宽)平稳是指时间序列的一阶矩—数学期望、二阶距—方差、自协方差不随时间变化。
- 以 y_t 和 y_{t+k} 为例来说明。 y_t 和 y_{t+k} 的自相关系数是两个变量的简单相关系数，没有考虑中间变量 $y_{t+1}, \dots, y_{t+k-1}$ 的影响。 y_t 和 y_{t+k} 的偏相关系数是消除掉中间变量 $y_{t+1}, \dots, y_{t+k-1}$ 的影响后两个变量的相关系数，或者说保持 $y_{t+1}, \dots, y_{t+k-1}$ 不变时， y_t 和 y_{t+k} 的相关系数。根据多元线性回归的性质， y_t 和 y_{t+k} 的偏相关系数需要用以 y_{t+k} 为因变量， $y_t, y_{t+1}, \dots, y_{t+k-1}$ 为自变量的多元回归中 y_t 的回归系数来计算。

3. 白噪声序列的最大特点就是没有相关性，即任何两个时点 $s \neq t$ 上的变量 ε_t 和 ε_s 都不相关。没有相关性表明，白噪声不存在动态规律，不包含可以利用的任何信息，因此称为噪声 (noise)。
4. 时间序列在不同时点上随机变量之间的线性回归模型称为自回归模型。采用自相关函数和偏自相关函数初步确定自回归模型的阶数。也可通过多次回归，采用信息准则更为精细地确定自回归模型的阶数。自回归模型的估计即可采用 OLS 方法，也可采用极大似然估计方法。当误差项服从正态分布时，OLS 估计和极大似然估计方法得出的自回归系数估计相同。
5. (1) 滞后多项式为 $\Phi(L) = 1 - 0.735L + 0.401L^2$ ，多项式的根为一对共轭虚根 $L_1 = 0.9165 + 1.579i, L_2 = 0.9165 - 1.579i$ ，
由于

$$\|L_1\| = \|L_2\| = \sqrt{0.9165^2 + 1.579^2} = 1.8257 > 1$$

因此时间序列平稳。

(2) 令 $\mu = E(y_t)$ ，对 $y_t = -0.321 + 0.735y_{t-1} - 0.401y_{t-2} + \varepsilon_t$ 两边取期望得出 $\mu = -0.321 + 0.735\mu - 0.401\mu$ ，解出 $\mu = -0.482$ 。采用 (9.17) 得出 $\text{Var}(y_t) = 1.409$ ，其中 $\phi_1 = 0.735, \phi_2 = -0.401, \sigma_\varepsilon^2 = 1$ 。

(3) 由 (9.18) 得出模型的自相关函数尤勒-沃尔克方程

$$\begin{aligned} \rho(1) &= 0.525, \rho(2) = -0.0154, \\ \rho(k) &= 0.735\rho(k-1) - 0.401\rho(k-2), k > 2 \end{aligned}$$

以此计算出 1 至 12 阶自相关函数值为

| k | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $\rho(k)$ | 0.523 | -0.02 | -0.39 | -0.17 | 0.356 | -0.27 | 0.368 | -0.34 | 0.409 | -0.42 | 0.467 | -0.49 |

6. 两种模型都包含了不可观测的目标变量，表明在经济决策中，一些目标变量决策者自己知道，外界无法得到。例如，未来预期收入只有预期者自己知道，而央行的通货膨胀调控目标只有央行知道。两种模型的不同在于，适应性预期模型中，不可观测变量是作为自变量出现在模型中，二部分调整模型中的目标变量是调控的目标，作为因变量出现在模型中。模型的处理方法，是将不可观测变量消掉，变成可估计的自回归分布滞后模型。
7. 格兰杰因果关系实际上是两个变量之间变动的领先关系，如果变量 x 的预先变动，能引起后来 y 的变动，称 x 是 y 的格兰杰原因。格兰杰原因是通过数据体现出来的一种“技术上”的因果关系，不同于哲学意义上的因果关系。
8. ARCH 模型和 GARCH 模型是将时间序列变量的条件方差建立模型，和均值模型联立形成的模型。方差模型和均值模型一起估计可以提高估计效率，更为重要的是可以研究时间序列方差的前后相关性。由于方差度量的是波动，ARCH 和 GARCH 模型能够研究时间序列波动的规律性，例如波动持续性等。ARCH 模型和 GARCH 模型是平稳时间序列模型。与 ARCH 模型相比，GARCH 模型更为简洁，估计的参数更少。
- 9.、10.、11. 略。