

如何把一门工具课讲得生动且实用——浅谈 《金融计量学》课程的教学实践

上海财经大学金融学院

刘莉亚

2020.02.28

目 錄

	课程定位
	授课思路
	内容设计
	感悟思考

课程定位

金融学类专业前沿课程系列直播课



从人才培养角度来看：

国际一流高校的经济金融本科专业课程中大多均包含经济计量学或金融计量学

- 哈佛大学
- 斯坦福大学
- 牛津大学
- 芝加哥布斯商学院
- 哥伦比亚大学
-



课程定位

金融学类专业前沿课程系列直播课



- 但我们曾听过这样的说法：
- “金融计量学是最想学但却最不敢上的课”。
- 一切要从一次调研说起。。。



来自学生的疑惑

- 课程间结构关系不了解
- 课程数理基础要求高
- 理论与应用之间脱节



同行交流难点

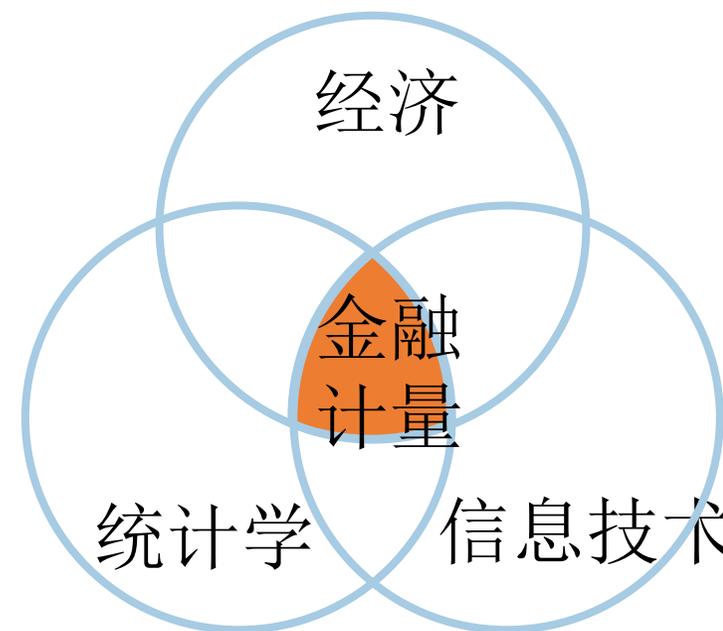
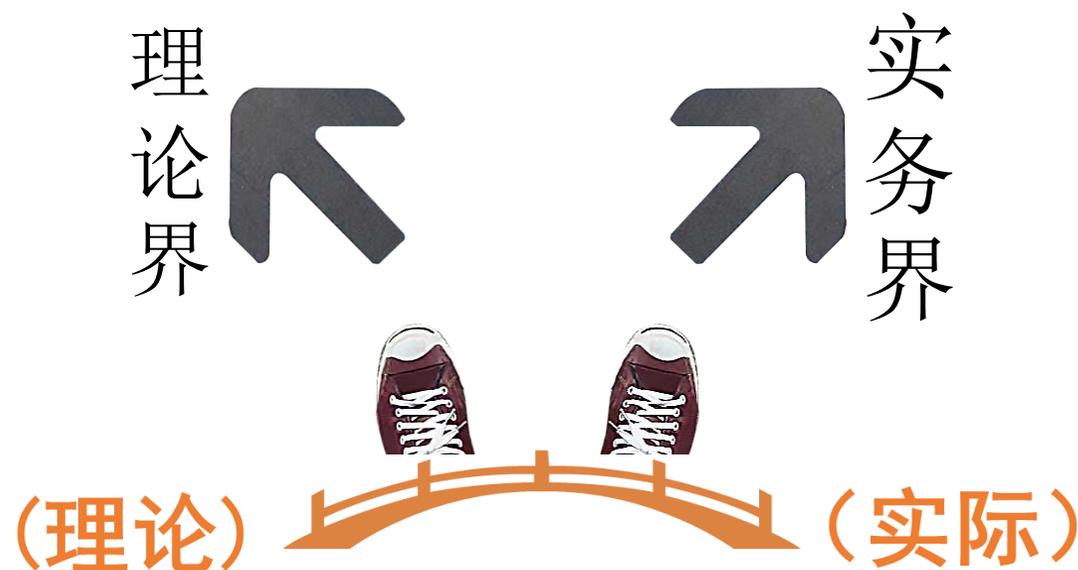
- 多重学科交叉，有限时间取舍艰难
- 理论再到实证，内容划分较难把握
- 数理内容枯燥，学生兴趣引导困难
- 公式化身数据，实操如何举一反三
- 市场日新月异，老学科怎解新问题

课程定位

金融学类专业前沿课程系列直播课

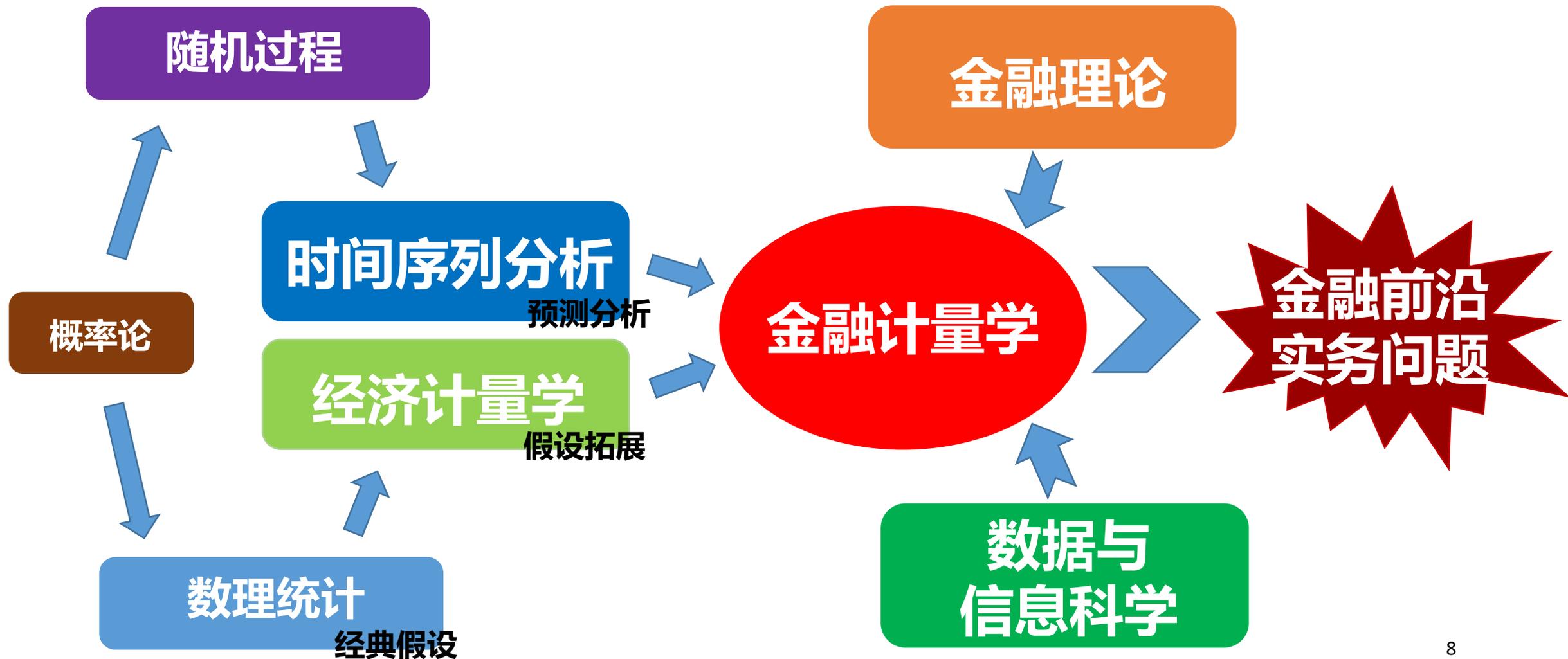


- 金融计量是连结金融理论世界与金融现实世界的重要纽带
- 金融计量运用统计的方法，借助信息技术，检验金融理论描述或预测和现实世界是否一致的一门学科
- 计量学是连接理论预测和实际情况的桥梁。

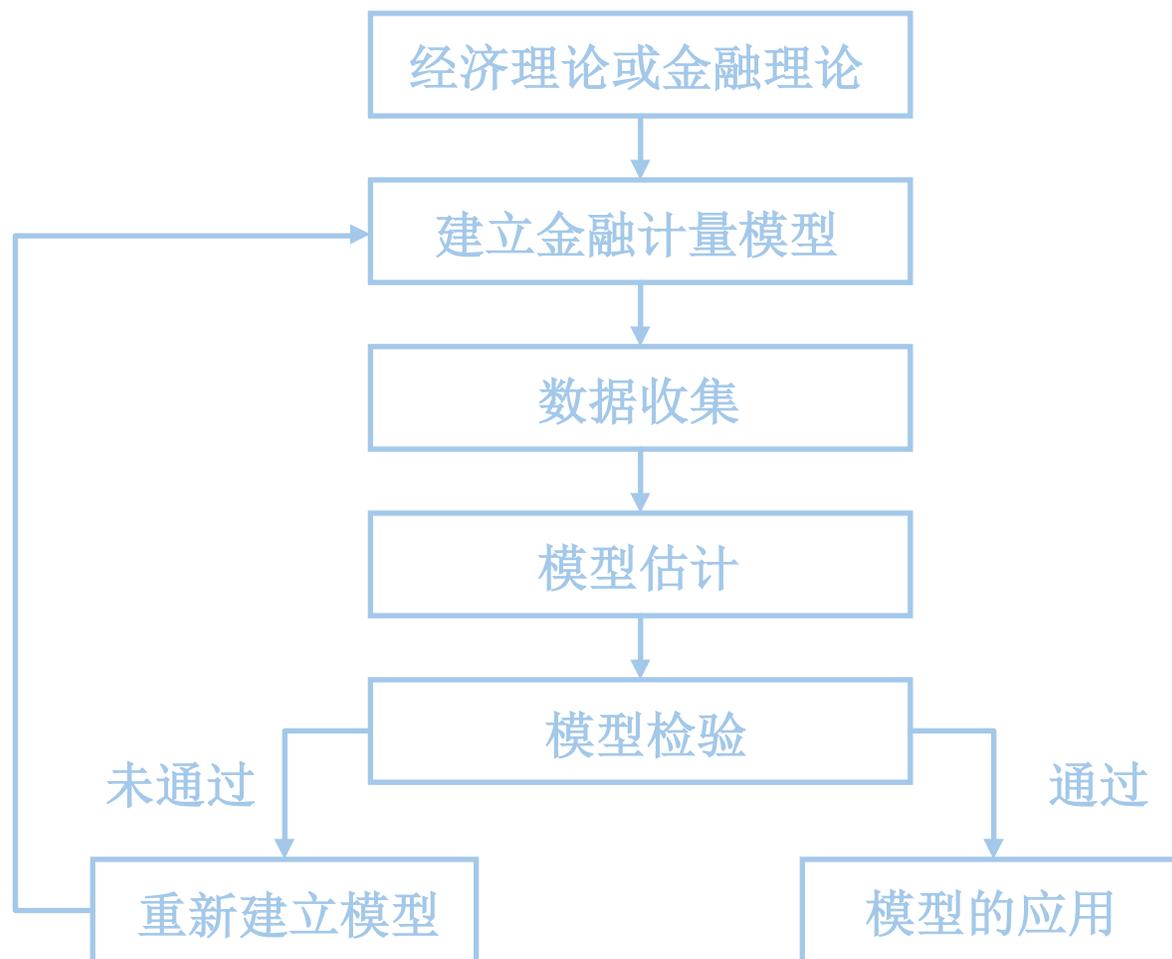


课程背景

金融学类专业前沿课程系列直播课



课程定位

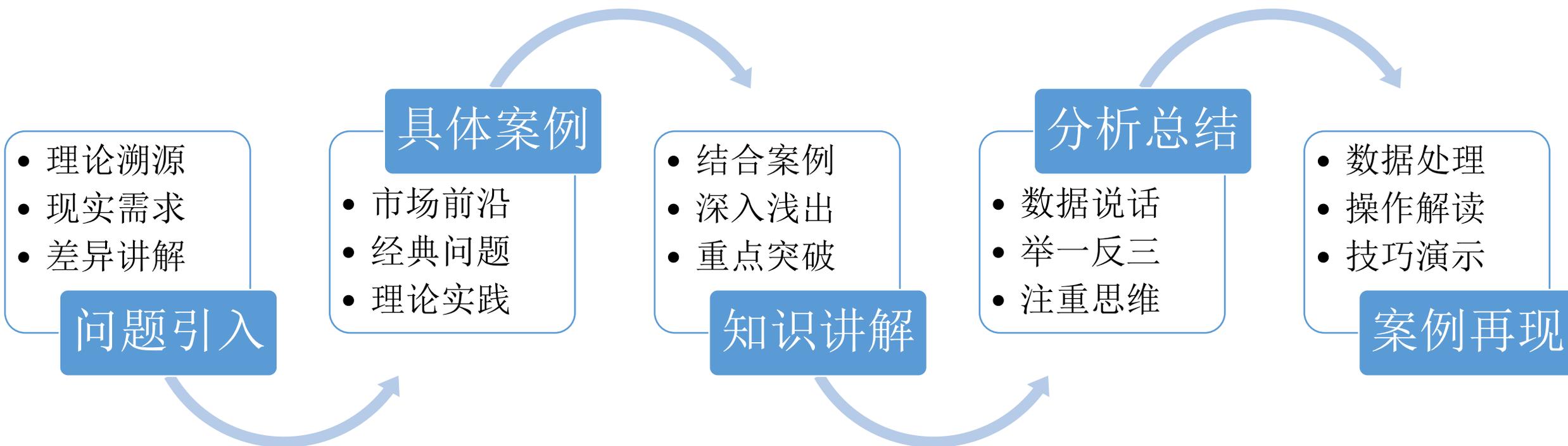




应对思路

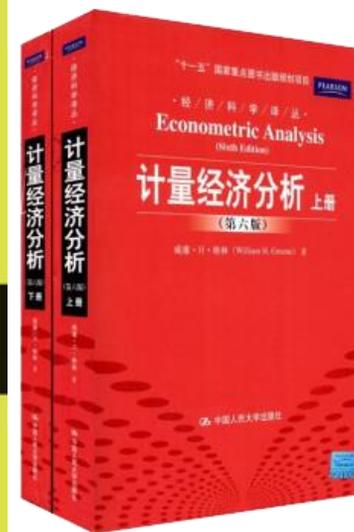
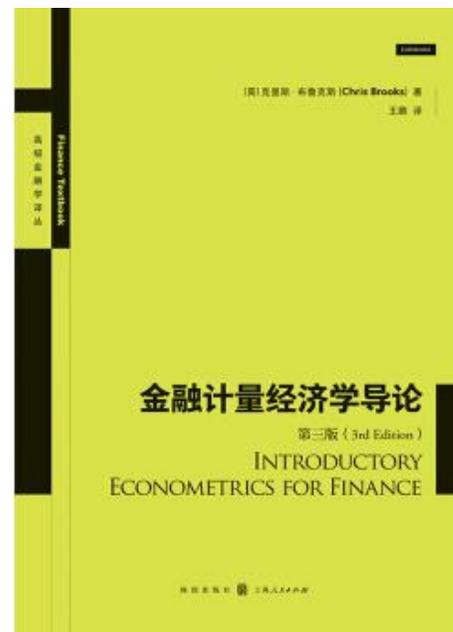
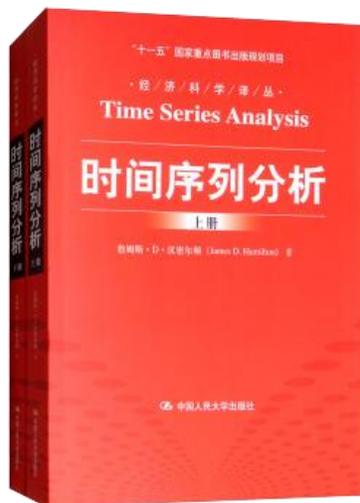
- 侧重实践
- 问题引出
- 知识点讲解
- 案例实现
- 结果解读

总体授课思路



课程安排

- 课时：传统教学：16周（48学时），慕课：14周（70小时）
- 前导基础：概率论、数理统计、投资学、货币银行学
- 参考资料：



内容设计

金融学类专业前沿课程系列直播课



问题性质

多方程模型

单方程模型

多方程结构模型

相关知识点

联立方程模型理论

通货膨胀与股票收益之间的联立分析

多方程-时间序列模型

相关知识点

VAR模型理论

利率, 通货膨胀与失业关系的VAR模型

Granger 因果检验理论

M2与GDP的格兰杰因果检验分析

收入与消费的格兰杰因果检验分析

单方程结构模型

相关知识点

一元回归模型

中国市场下CAPM模型的实证检验

多元回归模型

FAMA三因素模型的实证检验

虚拟变量的运用

中国市场的周内效应检验

二元因变量模型

南北车合并事件对于公司股价的影响

自相关问题

利率、CPI和GDP的自相关性检测分析

结构性断点检验

股票数据的结构性断点检验分析

多重共线性理论与修正

宏观因子模型多重共线性的识别与修正

异方差识别与处理

异方差

单方程-时间序列模型

相关知识点

ARMA模型

CPI序列的MA模型构建与预测分析

非平稳时间序列

中国石油A股价格的AR模型预测分析

中国GDP序列的ARIMA模型预测分析

协整模型理论

上证和深成之间协整关系的检验分析

上证、深成和沪深指数协整关系分析

ARDL模型识别与应用

ARDL模型

时间序列方差模型

相关知识点

GARCH模型理论

沪深股市收益率的波动性研究分析

GARCH模型的检验和拓展

沪深股市收益波动非对称性的研究分析

沪深股市收益波动溢出效应的研究分析

金融风险度量方法及应用

基于COVAR模型计算银行系统风险

金融高频数据理论及应用

上证综指高频波动率建模研究与分析

CASE I: 单方程—多元回归模型

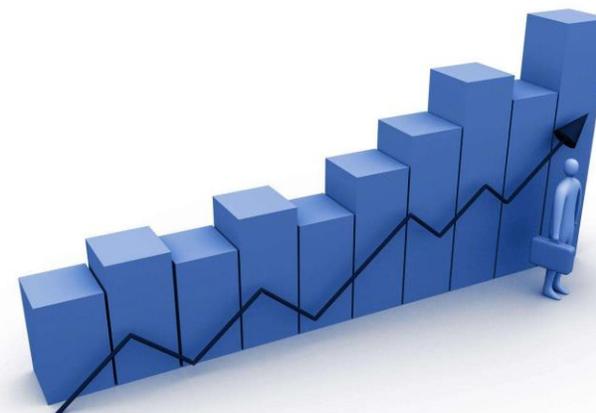
什么时候需要多元回归模型？



可乐的需求量 (Y)



国家的GDP增长(Y)



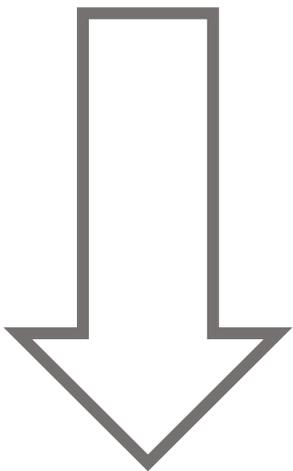
股票价格 (Y)

- 当我们需要分析更多因素的影响作用时，便需要引入多元回归模型

CASE I: 单方程—多元回归模型

金融领域的核心问题：资产回报率如何决定？

单个影响因素模型：CAPM $\bar{r}_i = r_f + \beta_i(\bar{r}_m - \bar{r}_f)$



这一个因素能不能完全解释股票的收益率呢？

是否存在别的因子也与股票收益高度相关呢？

三个影响因素模型：Fama French 三因子模型



CASE I: 单方程--多元回归模型

Fama French 三因子模型:

$$R_i - R_f = \beta_0 + \beta_1 (R_m - R_f) + \beta_2 \text{SMB} + \beta_3 \text{HML}$$

我们找到此模型对应的回归模型:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \cdots + \beta_k x_k + \varepsilon$$

多元回归模型

CASE I: 单方程--多元回归模型

F检验

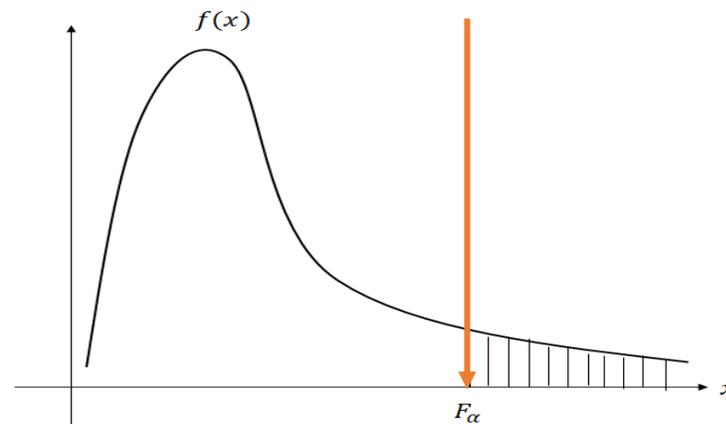
多元回归中存在多个参数，如果我们想要检验多个参数是否同时为零呢？

【简化模型】假设 H_0 成立，即 $\beta_1 = \beta_2 = 0$ ，带入原模型得到简化模型

$$R_i - R_f = \beta_0 + \beta_3 HML$$

F检验量：

$$F = \frac{[SSE(\text{简}) - SSE(\text{全})]/q}{SSE(\text{全})/n-k-1}$$



F统计量服从 $F(q, n-k-1)$ 的分布，F分布存在两个参数

CASE I: 单方程--多元回归模型

如何衡量模型呢?

R^2 是否仍然适用多元回归分析? NO

解决办法: 针对自变量个数做出调整后的统一标准

$$\text{调整的: } \text{adj } R^2 = 1 - \left[\frac{n-1}{n-k-1} \right] * (1 - R^2)$$

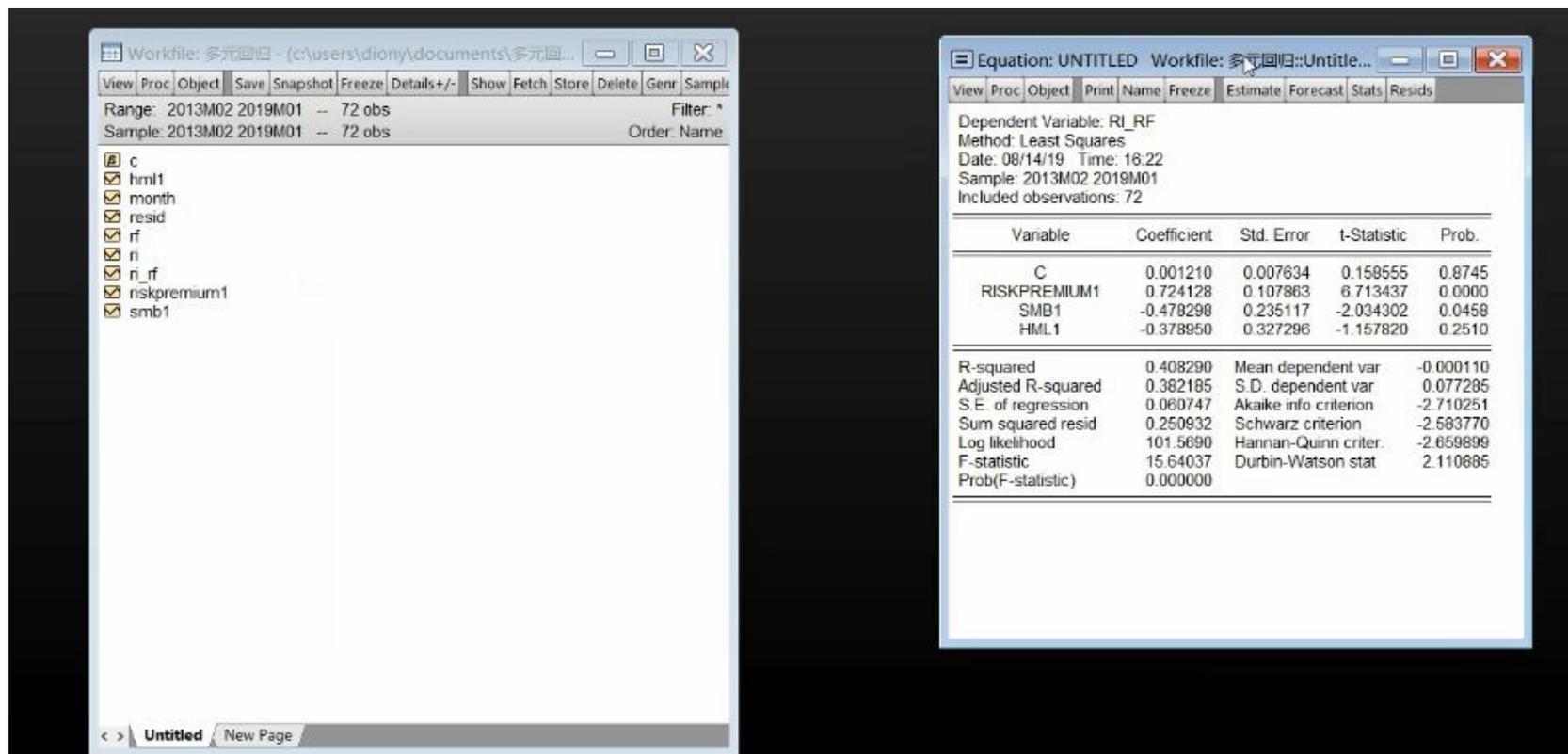
区别:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{adj } R^2 \leq R^2 \\ 0 \leq R^2 \leq 1, \\ \text{adj } R^2 \text{ 可能甚至会小于零} \end{array} \right.$$

CASE I: 单方程--多元回归模型

浦发银行实证结果:

$$R_i - R_f = 0.00121 + 0.724128 (R_m - R_f) - 0.478298SMB - 0.378950HML$$



CASE II: 单方程--平稳时间序列

经济学家们都是怎么预测的？



国务院总理
李克强

“未来经济运行将会
保持在合理区间内”

“广义货币(M2)增速将
较去年有所提升”



中国人民银行调查统计司原司长
盛松成



咦？他们都是怎
么知道的？？



国家统计局北京调查总队副队长
方晓丹

“未来一段时间内，CPI整体
仍会保持平稳、温和上涨”

“2020年美国经济增长放缓的
程度可能比2019年还要严重”



IMF前首席经济学家
莫里斯·奥布斯特费尔德

CASE II: 单方程--平稳时间序列

我们为什么要预测?



以CPI数据为例:



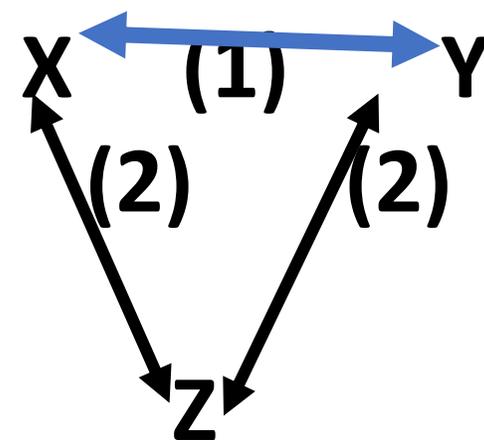
CASE II: 单方程--平稳时间序列

什么是平稳过程?

- **强平稳:** 变量的分布不随时间变化而变化。
- **弱平稳:** 均值、方差和任意滞后阶 k 的协方差 γ_k 都不随时间的变化而变化。
- **白噪声过程:** 均值和方差均为常数, 每个观测值都和其他时刻的值不相关。

自相关函数(ACF)和偏自相关函数(PACF)

- **ACF:** 序列 $\{Y_t\}$ 的 j 阶自相关函数 $ACF(j)$ 为 j 阶协方差除以其方差, 衡量的是 Y_t 和 Y_{t-j} 之间总的相关关系。
- **PACF:** j 阶偏自相关函数 $PACF(j)$ 可以度量在剔除 Y_t 和 Y_{t-j} 之间的滞后项的影响之后的两者之间的相关性。
- ACF和PACF是我们在识别模型和定阶时需要使用的重要工具



CASE II: 单方程--平稳时间序列

AR(p)模型

- **自回归过程**: 变量 Y 的当前值依赖于它之前若干期的值再加上一个误差项
- 一个 p 阶的自回归过程**AR(p)**:

$$Y_t = c + \varphi_1 Y_{t-1} + \varphi_2 Y_{t-2} + \cdots + \varphi_p Y_{t-p} + v_t$$

- 要确保AR(p)过程是平稳的, 模型中的参数必须满足一定的条件:

特征方程 $1 - \varphi_1 Z - \varphi_2 Z^2 - \cdots - \varphi_p Z^p = 0$ 的根全部落在单位圆之外

- **AR(p)过程的PACF是 p 阶截尾的, PACF的非零个数等于AR(p)模型的阶数。我们可以根据这一点来判断一个序列是否为AR过程以及AR过程的滞后阶数。(对于AR(p)过程, 当 $j > p$ 时, j 阶的PACF等于0, 这种现象我们称为截尾)**

CASE II: 单方程--平稳时间序列

MA模型

- 移动平均模型：几个白噪声过程的线性组合
- 一个q阶的移动平均模型MA (q)：

$$Y_t = u + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \theta_2 \varepsilon_{t-2} + \cdots + \theta_q \varepsilon_{t-q}$$

- 在MA (q) 过程的模型中，无论参数如何取值，它都是平稳的
- MA (q) 过程的自相关函数是q阶截尾的，ACF的非零个数等于MA (q) 模型的阶数。

ARMA模型

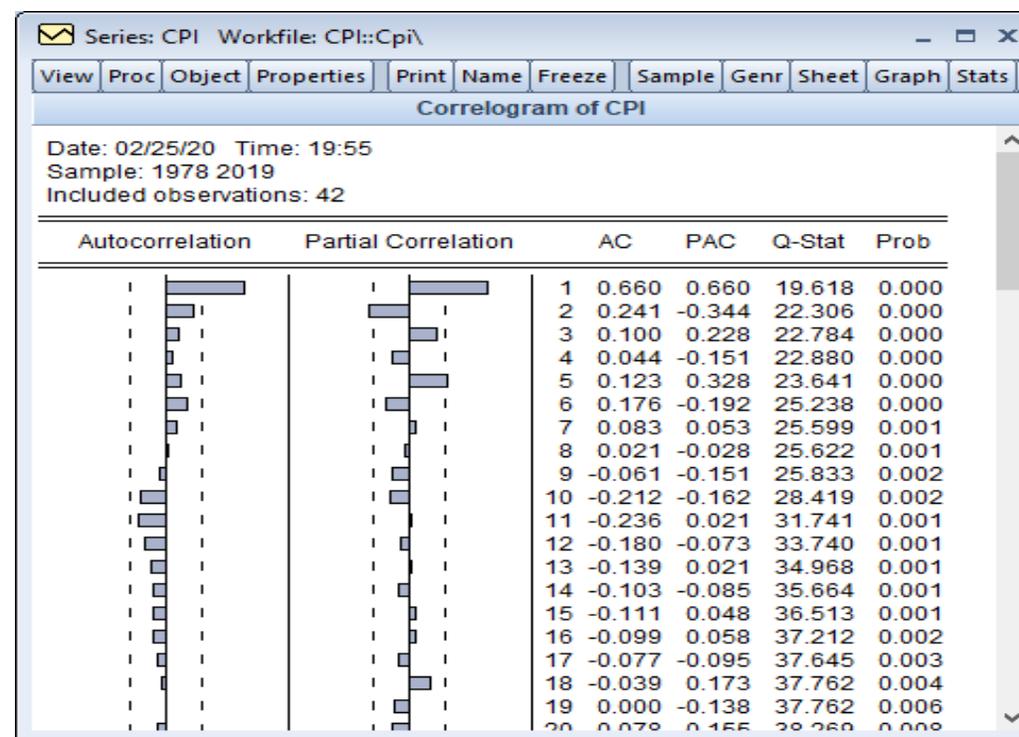
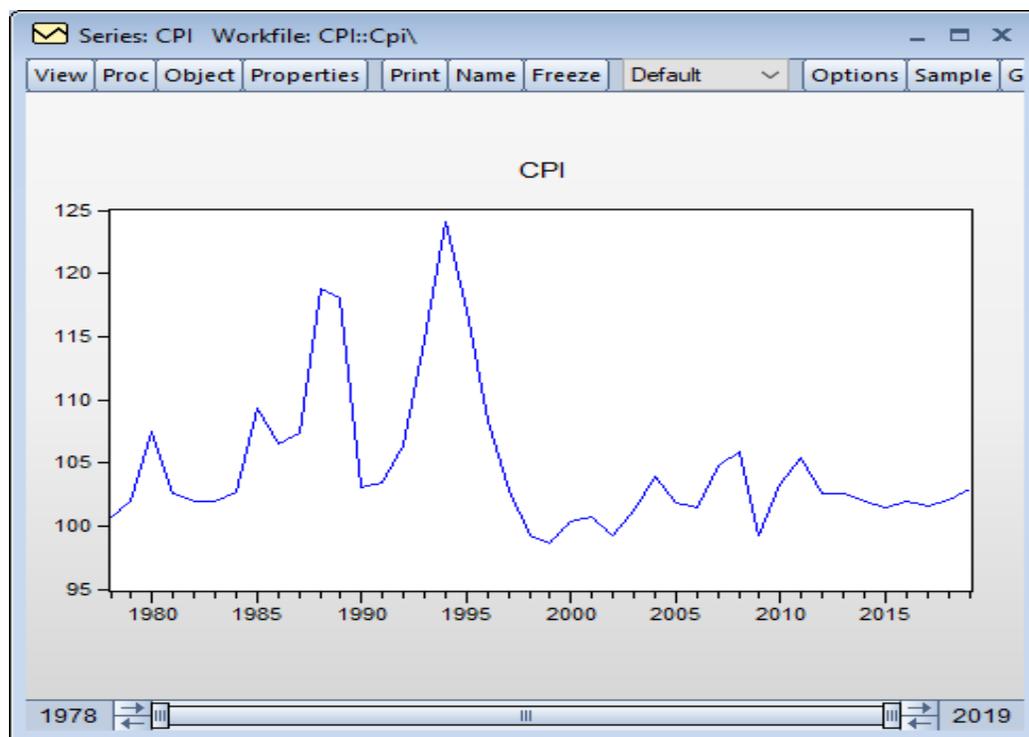
- 将AR (p) 过程和MA (q) 过程合并，得到ARMA (p, q) 过程
- ARMA (p, q) 模型：

$$Y_t = c + \varphi_1 Y_{t-1} + \varphi_2 Y_{t-2} + \cdots + \varphi_p Y_{t-p} + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \theta_2 \varepsilon_{t-2} + \cdots + \theta_q \varepsilon_{t-q} + \varepsilon_t$$

- ARMA (p, q) 过程的平稳性取决于它的自回归部分
- ARMA (p, q) 的PACF和ACF都是拖尾的，因此在估计模型时，其参数p和q的值的确定需要不断地从低阶开始试探。在实际操作中，我们引入信息准则对参数进行定阶

CASE II: 单方程--平稳时间序列:

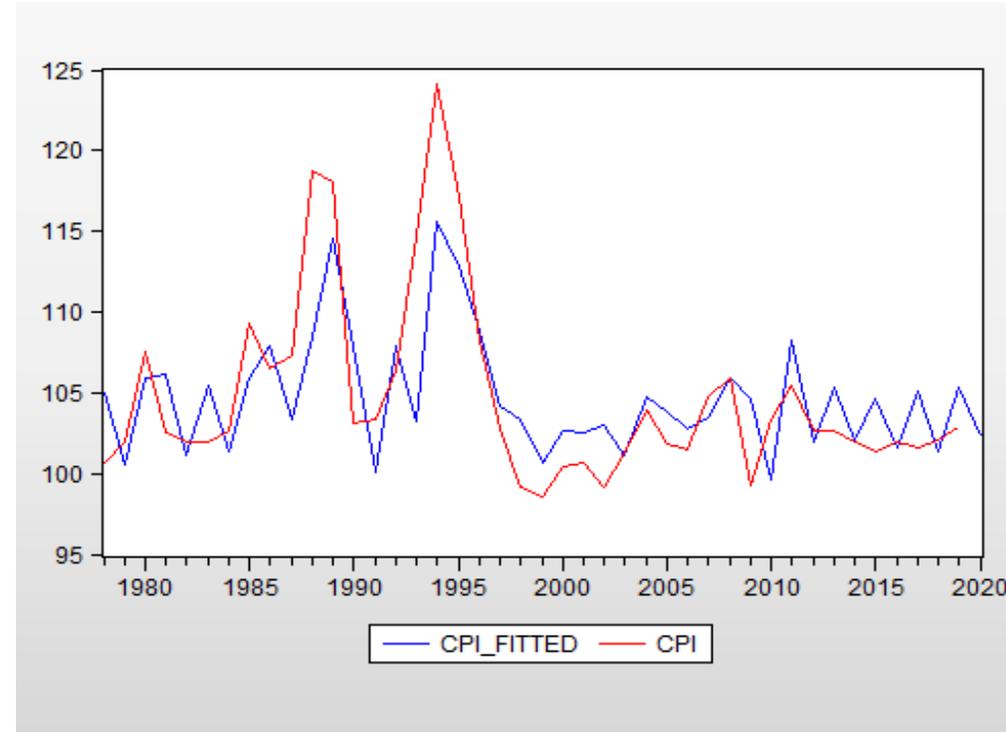
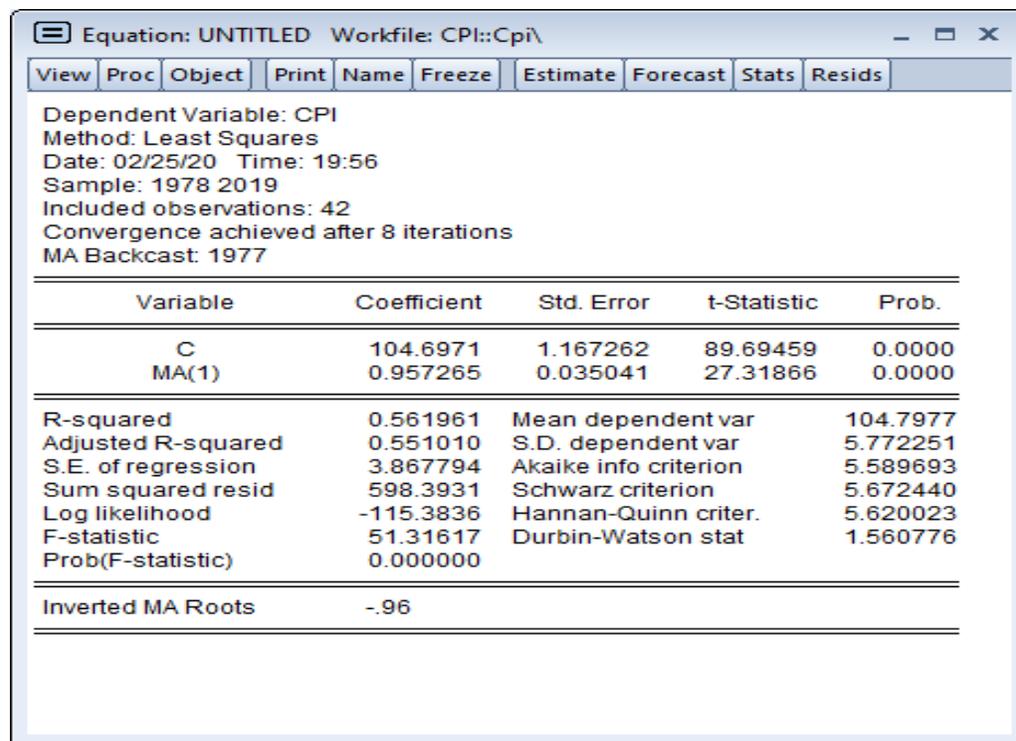
中国居民消费价格指数 (CPI) 的合适时间序列模型



自相关系数出现了截尾现象，而偏自相关系数系数拖尾。建立MA(1)模型

CASE II: 单方程--平稳时间序列:

中国居民消费价格指数 (CPI) 的合适时间序列模型



估计模型: $Y_t = 104.6971 + 0.957265\varepsilon_{t-1}$

CASE III: 虚拟变量的运用

什么时候需要虚拟变量?

- 基金经理是学霸时，其管理的基金收益会更高吗？还是说没什么影响
- 上市公司CEO为女性时，上市公司的业绩是否与CEO为男性有所不同，是更高还是更低？
- 我们常见的金融理论和定价模型，在金融危机这种特殊大环境下，还适用吗？



CASE III: 虚拟变量的运用

如何构造虚拟变量?

构造一个虚拟变量，虚拟变量为二值变量，取值为0或者1



$D1 = \begin{cases} 1 & \text{基金经理为学霸} \\ 0 & \text{基金经理不是学霸} \end{cases}$

$D1 = \begin{cases} 1 & \text{处于金融危机中} \\ 0 & \text{未处于金融危机} \end{cases}$

$D1 = \begin{cases} 1 & \text{上市公司成立了党支部} \\ 0 & \text{上市公司未成立党支部} \end{cases}$

$D1 = \begin{cases} 1 & \text{上市公司CEO为女性} \\ 0 & \text{上市公司CEO不是女性} \end{cases}$

CASE III: 虚拟变量的运用

构造虚拟变量?



- 季节对饮料销量的影响：
一共春夏秋冬四个季节，设三个虚拟变量来表达

$$D1 = \begin{cases} 1 & \text{春季} \\ 0 & \text{其他} \end{cases}$$

$$D2 = \begin{cases} 1 & \text{夏季} \\ 0 & \text{其他} \end{cases}$$

$$D3 = \begin{cases} 1 & \text{秋季} \\ 0 & \text{其他} \end{cases}$$

	D1	D2	D3
春天	1	0	0
夏天	0	1	0
秋天	0	0	1
冬天	0	0	0

总结：为避免完全共线性，在包含截距项的模型中，对于有m种互斥属性的定性变量，需在模型中引入 (m-1) 个虚拟变量。

CASE III: 虚拟变量的运用

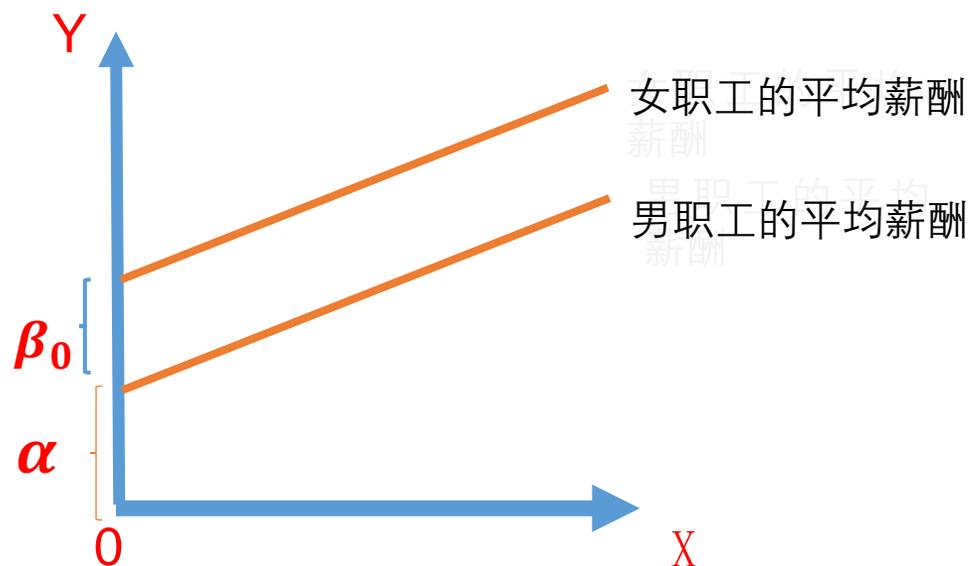
虚拟变量的引入方法

加法法则
截距不同

数学形式:

$$Y_i = \alpha + \beta_0 D_i + \beta_1 X_i + \mu_i$$

- 例: 不同性别职工薪酬差异, Y 表示职工的平均薪酬, 虚拟变量 D_i 为性别



平均薪酬

$$D_i = \begin{cases} 1 & \text{女性 } E(Y|D_i=1, X_i) = \alpha + \beta_0 + \beta_1 X_i \\ 0 & \text{男性 } E(Y|D_i=0, X_i) = \alpha + \beta_1 X_i \end{cases}$$

β_0 : 表示女职工比男职工多出的平均薪酬

CASE III: 虚拟变量的运用

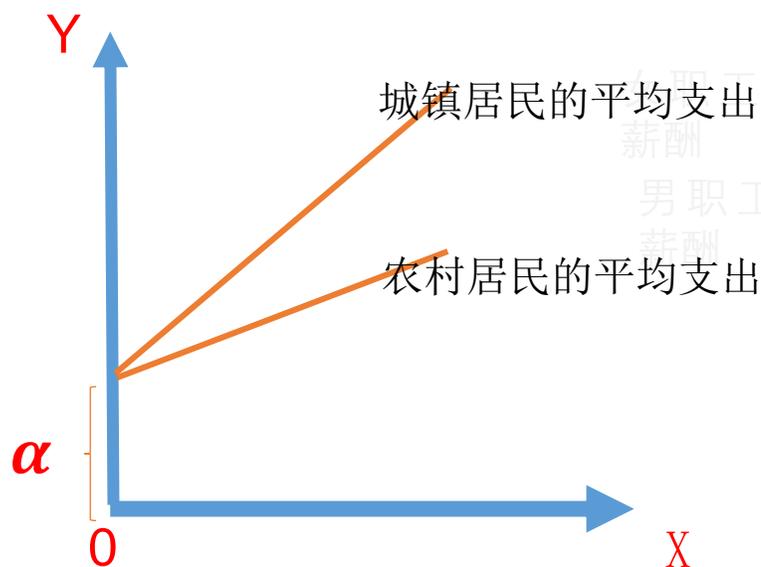
虚拟变量的引入方法

乘法法则
斜率不同

数学形式:

$$Y_i = \alpha + \beta_0 X_i + \beta_1 D_i X_i + \mu_i$$

- 例: 农村和城镇居民消费倾向差异, 其中, Y_i 表示消费, X_i 表示收入, 我们还假设 $\beta_1 > 0$



$$D_i = \begin{cases} 1 & \text{城镇居民} \\ 0 & \text{农村居民} \end{cases}$$

$$\begin{aligned} \text{城镇居民} & \quad E(Y | D_i = 1, X_i) = \alpha + \beta_2 + (\beta_0 + \beta_1) X_i \\ \text{农村居民} & \quad E(Y | D_i = 0, X_i) = \alpha + \beta_0 X_i \end{aligned}$$

从上面分析, 我们可以发现, $\beta_1 > 0$: 即表示城镇居民的边际消费倾向大于农村居民的边际消费倾向。

CASE III: 虚拟变量的运用

股票市场存在周内效应吗？

“周内效应”：股票市场一周内的某一天的平均收益比一周内其他任何一天的平均收益高或者低，且在统计上具有显著性。

数学形式: $R_t = \alpha_0 + \alpha_1 D_{1t} + \alpha_2 D_{2t} + \alpha_3 D_{4t} + \alpha_4 D_{5t} + \varepsilon$

$$D1 = \begin{cases} 1 & \text{星期一} \\ 0 & \text{其他} \end{cases} \quad D2 = \begin{cases} 1 & \text{星期二} \\ 0 & \text{其他} \end{cases} \quad D4 = \begin{cases} 1 & \text{星期四} \\ 0 & \text{其他} \end{cases} \quad D5 = \begin{cases} 1 & \text{星期五} \\ 0 & \text{其他} \end{cases}$$

星期一的平均收益: $E(R_t | D_{1t} = 1, D_{2t} = D_{4t} = D_{5t} = 0) = \alpha_0 + \alpha_1$

星期二的平均收益: $E(R_t | D_{2t} = 1, D_{1t} = D_{4t} = D_{5t} = 0) = \alpha_0 + \alpha_2$

星期四的平均收益: $E(R_t | D_{4t} = 1, D_{1t} = D_{2t} = D_{5t} = 0) = \alpha_0 + \alpha_3$

星期五的平均收益: $E(R_t | D_{5t} = 1, D_{1t} = D_{2t} = D_{4t} = 0) = \alpha_0 + \alpha_4$

星期三的平均收益: $E(R_t | D_{1t} = D_{2t} = D_{4t} = D_{5t} = 0) = \alpha_0$

α_0 : 表示星期三的平均收益, α_i : 表示星期*i*比三多出的平均收益 ($i=1, 2, 4, 5$)



CASE III: 虚拟变量的运用

上海股票市场存在周内效应吗?

$$R_t = 0.001107 + 0.001495D_{1t} - 0.000793D_{2t} - 0.001982D_{4t} - 0.000445D_{5t}$$

Dependent Variable: R
Method: Least Squares
Date: 02/16/19 Time: 16:07
Sample: 1 1925
Included observations: 1925

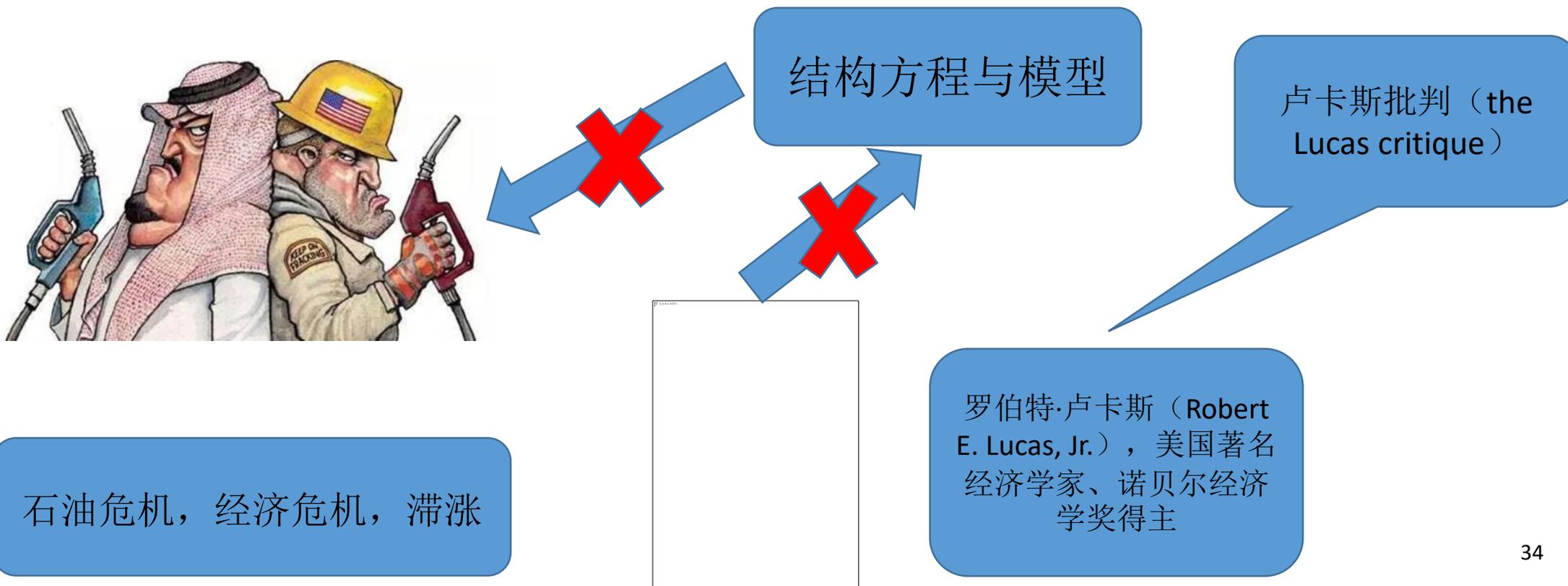
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.001107	0.000784	1.412858	0.1579
D1	-0.001495	0.001111	-1.345719	0.1786
D2	-0.000793	0.001106	-0.717114	0.4734
D4	-0.001982	0.001111	-1.783557	0.0747
D5	-0.000445	0.001112	-0.400198	0.6891

R-squared	0.002138	Mean dependent var	0.000166
Adjusted R-squared	0.000059	S.D. dependent var	0.015415
S.E. of regression	0.015414	Akaike info criterion	-5.504451
Sum squared resid	0.456192	Schwarz criterion	-5.490002
Log likelihood	5303.034	Hannan-Quinn criter.	-5.499135
F-statistic	1.028499	Durbin-Watson stat	2.018794
Prob(F-statistic)	0.391095		

回归模型的t检验量并不具备统计显著性（5%），因此得出结论：没有充分的数据证据表明上海股票市场存在周内效应。

CASE IV: VAR

VAR模型的起源



CASE IV: VAR

VAR模型的形式

- VAR模型的一般形式:

$$Z_t = \sum_{i=1}^k A_i Z_{t-i} + V_t$$

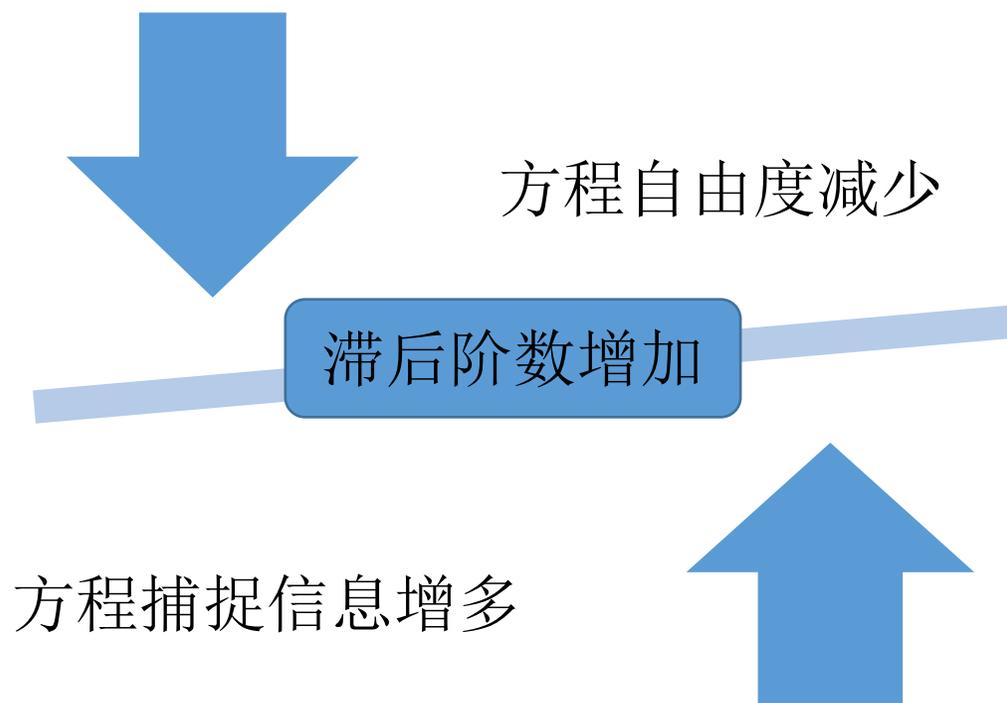
- 双变量，滞后两期的形式

$$Y_{1t} = \beta_{10} + \beta_{11}Y_{1,t-1} + \beta_{12}Y_{1,t-2} + \alpha_{11}Y_{2,t-1} + \alpha_{12}Y_{2,t-2} + V_{1t}$$

$$Y_{2t} = \beta_{20} + \beta_{21}Y_{2,t-1} + \beta_{22}Y_{1,t-2} + \alpha_{21}Y_{1,t-1} + \alpha_{22}Y_{1,t-2} + V_{2t}$$

CASE IV: VAR

滞后阶数的确定



在信息获取与自由度减少之间取得最优解。

CASE IV: VAR

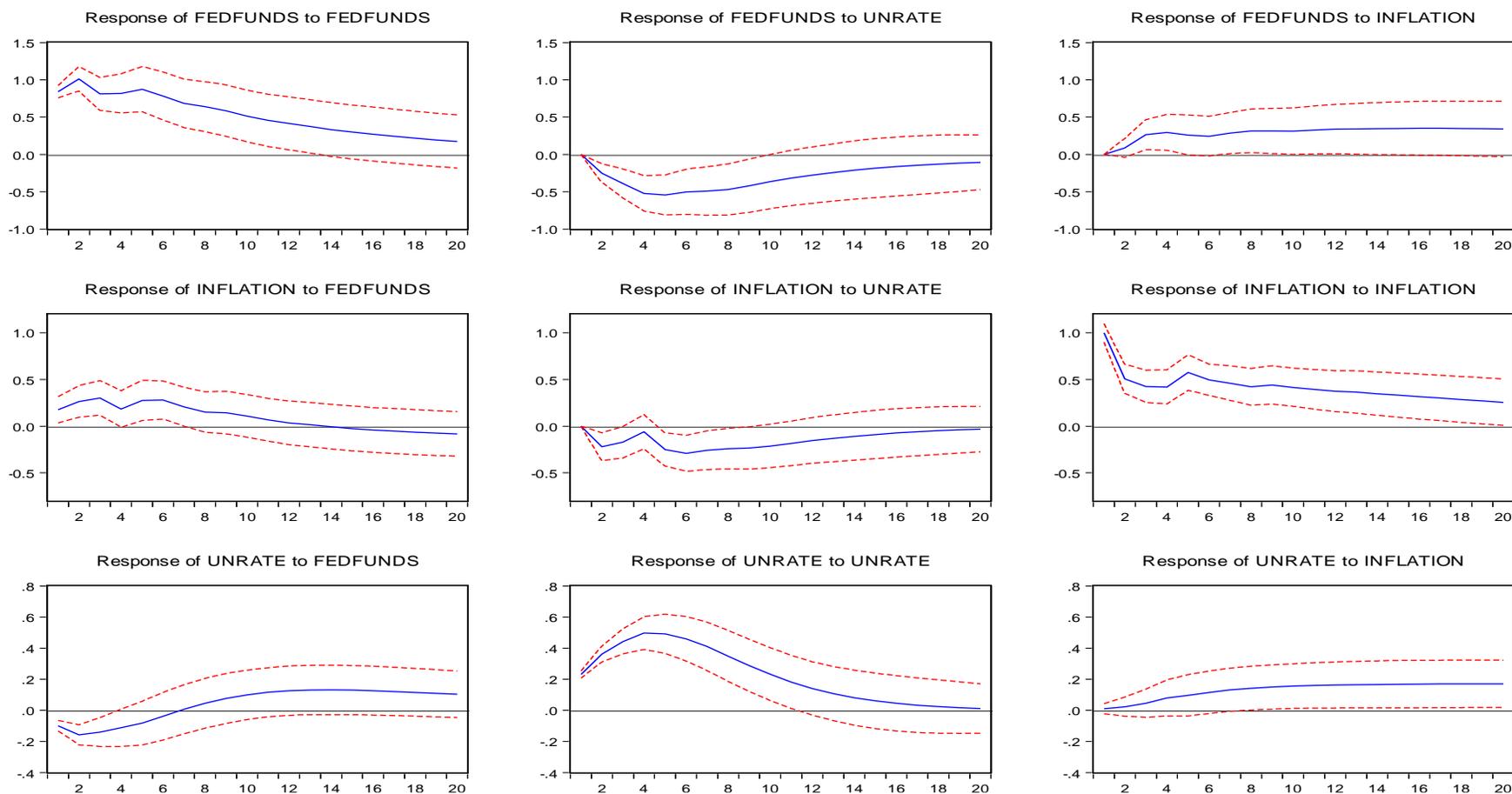
脉冲响应函数与预测方差分解

- 单方程的系数只是局部的动态关系，通常不为我们所关注
- 脉冲响应函数：脉冲响应函数 (*Impulse Response Function*) 是指系统对其中某一变量的一个冲击或新生所做的反应
- 预测方差分解：预测方差分解是一种判断经济序列变量间动态相关性的重要方法。它实质上是一个新生计算过程，是将系统的预测均方误差分解为系统中各变量冲击所作的贡献

CASE IV: VAR

利用VAR模型来研究宏观经济中利率，通货膨胀与失业的关系（脉冲响应）

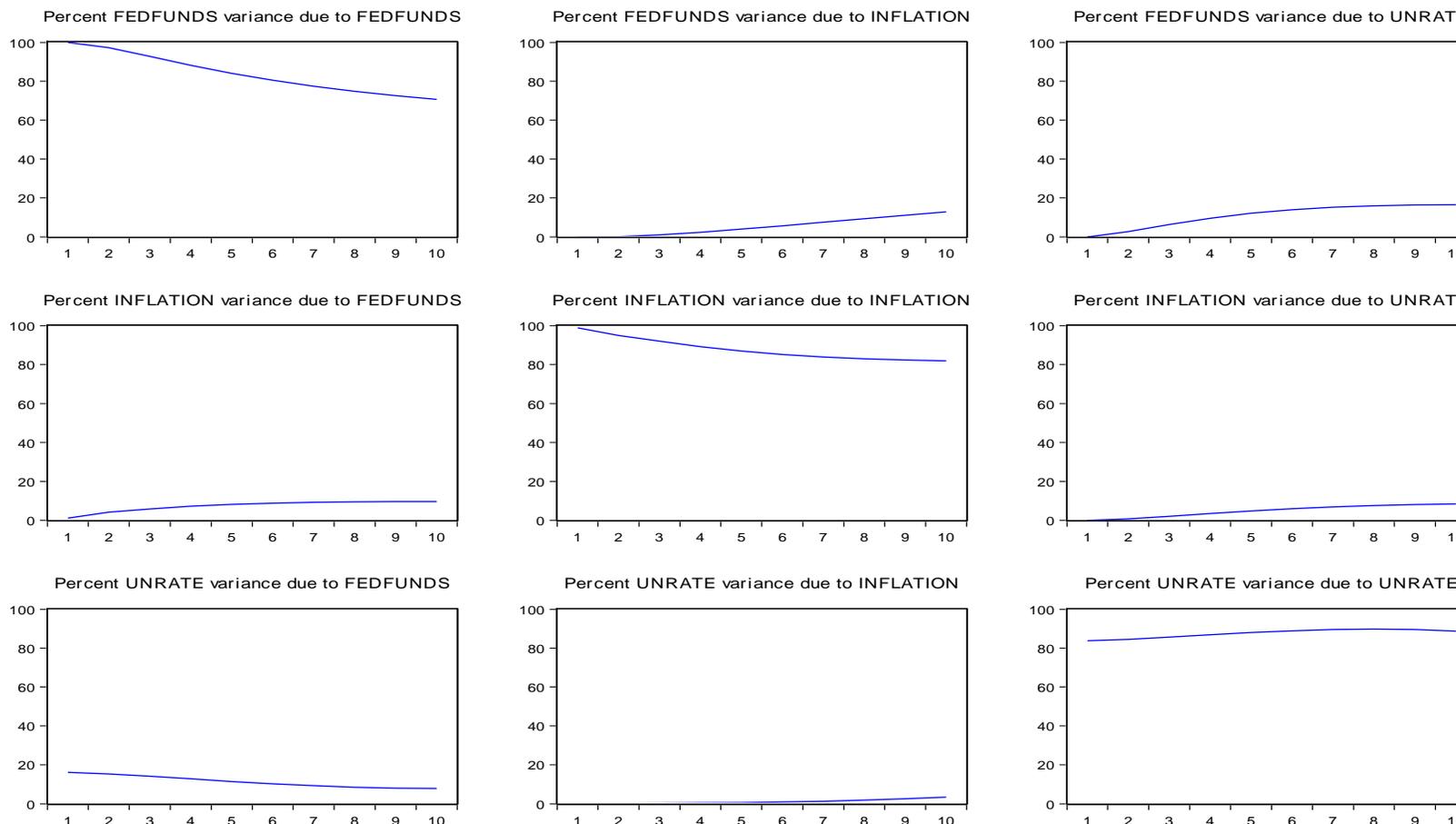
Response to Cholesky One S.D. Innovations? 2 S.E.



CASE IV: VAR

利用VAR模型来研究宏观经济中利率，通货膨胀与失业的关系（方差分解）

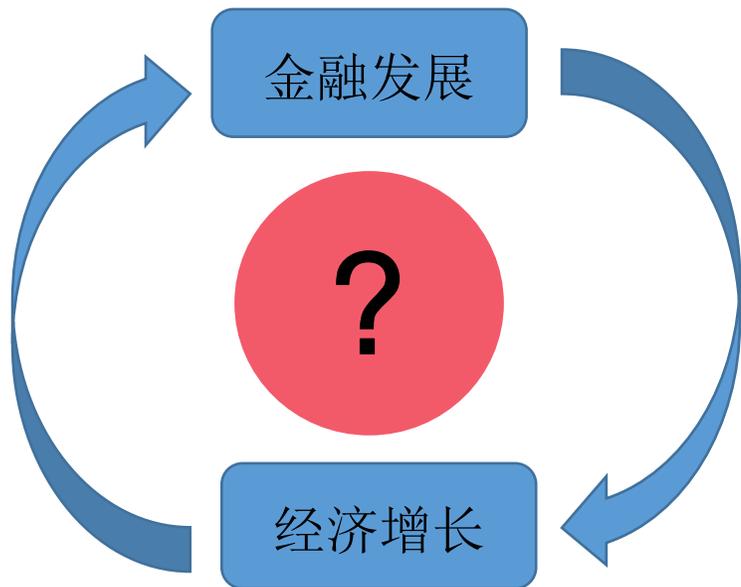
Variance Decomposition



CASE V: 多方程—格兰杰因果

相关关系与因果关系

金融发展与经济增长：金融发展导致了经济的增长？经济增长导致了金融的发展？



计量经济学的相关关系

A与B存在统计意义上的相关性

不能通过计量模型确定A与B的因果关系



Clive W.J. Granger, 英国计量经济学家，诺贝尔经济学得主

因果性表示了时间序列之间的领先与滞后关系，只是时间上的因果关系，重在影响方向的确认，而非完全的因果关系

CASE V: 多方程—格兰杰因果

Granger因果检验步骤

- 基本思想：对于经济变量X和Y，若X的变化引起了Y的变化，X的变化应当在Y的变化之前
- 检验“X不是引起Y变化的原因”的原假设，对下列两个回归模型进行估计：
- $Y = \sum_{i=1}^m \alpha_i Y_{t-i} + \sum_{i=1}^m \beta_i X_{t-i} + \varepsilon_t$ (有约束回归)，
- $Y = \sum_{i=1}^m \alpha_i Y_{t-i} + \varepsilon_t$ (无约束回归)，
- 对 $H_0: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_s = 0$ 进行检验，若拒绝原假设，则x是引起y变化的原因
- 检验系数满足假设检验“y不是引起x变化的原因”的原假设
- 对不同滞后阶数M进行检验，保证结果稳健

Granger因果与真正的因果并不完全是一回事！



CASE V: 多方程--格兰杰因果

1981-2017年城镇居民收入增长率与消费增长率的Granger因果关系检验

Pairwise Granger Causality Tests

Date: 03/18/19 Time: 21:51

Sample: 1981 2017

Lags: 2

Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Prob.
CONSUMPTION does not Granger Cause INCOME	35	2.74954	0.0801
INCOME does not Granger Cause CONSUMPTION		2.15719	0.1333

Pairwise Granger Causality Tests

Date: 03/18/19 Time: 21:50

Sample: 1981 2017

Lags: 3

Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Prob.
CONSUMPTION does not Granger Cause INCOME	34	5.42645	0.0047
INCOME does not Granger Cause CONSUMPTION		1.57758	0.2178



- 如何用? vs 为什么?
- 原理剖析 vs 公式推导
- 实验教学 vs 课堂讲授
- 前沿热点 vs 基础知识



谢 谢!