



DSGE建模与编程入门

2019-01-18-20

许文立

xuweny87@163.com

安徽大学经济学院
宏观经济研学会（CIMERS）



目 录

- ◆一、RBC初探
- ◆二、Matlab和Dynare入门
- ◆三、DSGE的政策分析：财政政策
- ◆四、基准NK模型及货币政策
- ◆五、DSGE的政策分析：最优政策
- ◆六、DSGE建模与编程经验及注意事项



DSGE的概念

- **DSGE**是动态随机一般均衡（**Dynamic Stochastic General Equilibrium**）模型的英文缩写，也就是宏观经济模型是跨期动态的，带有随机过程，且以一般均衡的视角分析经济（Korinek, 2017）。
- **动态（Dynamic）**意味着经济代理人生存多期。从字面意思理解，多期既包括两期，也包括无限期。
- **随机（Stochastic）**意味着宏观经济模型需要解释不确定性。
- **一般均衡（General Equilibrium）**意味着宏观经济模型是从下至上构建于坚实的微观基础上。



DSGE的概念

- 从更广义、更实践的角度来看，人们通常将DSGE模型指代增长与经济周期的定量模型（Christiano et al., 2018）。



DSGE的应用场合

2.1 课本中的DSGE

- Blanchard (2017) : 《Macroeconomics (7th edition) 》、Mankiw (2015) : 《Macroeconomics (9th edition) 》
- Blanchard (2017) 用IS-LM-PC模型代替了传统的总供给-总需求模型，其中货币政策从数量型转换成价格型的泰勒规则，而且整个分析框架引入了预期。并利用该框架分析了产出和通胀的动态特征，财政政策冲击以及供给冲击的动态效应。



DSGE的应用场合

➤ Mankiw（2015）将解释短期波动的模型称为动态总供给-总需求模型（动态AD-AS模型）。他反复强调，该模型注重分析宏观经济的动态特征。且经济会持续不断地遭受许多冲击，这些冲击不仅会立即对短期宏观经济产生影响，还会影响到产出、通胀和其它宏观经济变量的动态演变路径。它也强调，该动态AD-AS模型刻画了现实的货币政策，即央行根据通胀和产出来设定目标通胀。



DSGE的应用场合

2.2 学术研究中的DSGE

- 随着时间的推进，宏观经济学家所要分析和解决的基本问题并没有变化（Krugman, 2011; Kehoe, 2018）。
- 宏观经济学家仍然对这些根本性的问题持有多多样化的观点。但他们也基本同意，对于这些问题的分析、讨论与交流必须要用动态一般均衡（DGE）模型的语言来进行。



DSGE的应用场合

2.3 政府机构的DSGE

- 美国联邦公开市场委员会（FOMC）在开会决定政策之前，会议的每位参与者都会收到被称为Tealbook的文件。这些文件里包括联储员工根据模型模拟出的许多政策方案产生的经济效果。这些模型包括DSGE模型、SIGMA和EDO等。
- 纽约联储的DSGE模型早在2004年就以三方方程NK模型形式存在（Sbordone et al., 2010）。



DSGE的应用场合

- 2010年，受到金融危机的影响，该模型引入了金融因素。
- 2015年-2016年早期，纽约联储的DSGE模型又进行了两次修正、升级。
- 从2014年9月开始，纽约联储的DSGE模型的预测结果会向公众每年公布两次，2017年上半年开始，公布频率又提高到每年四次。



DSGE的应用场合

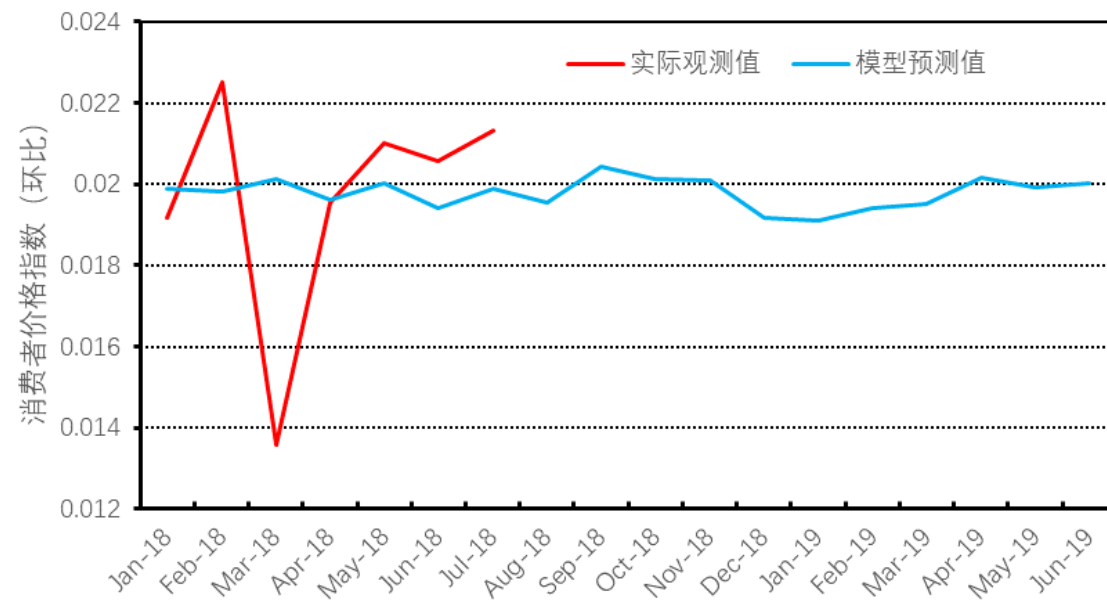
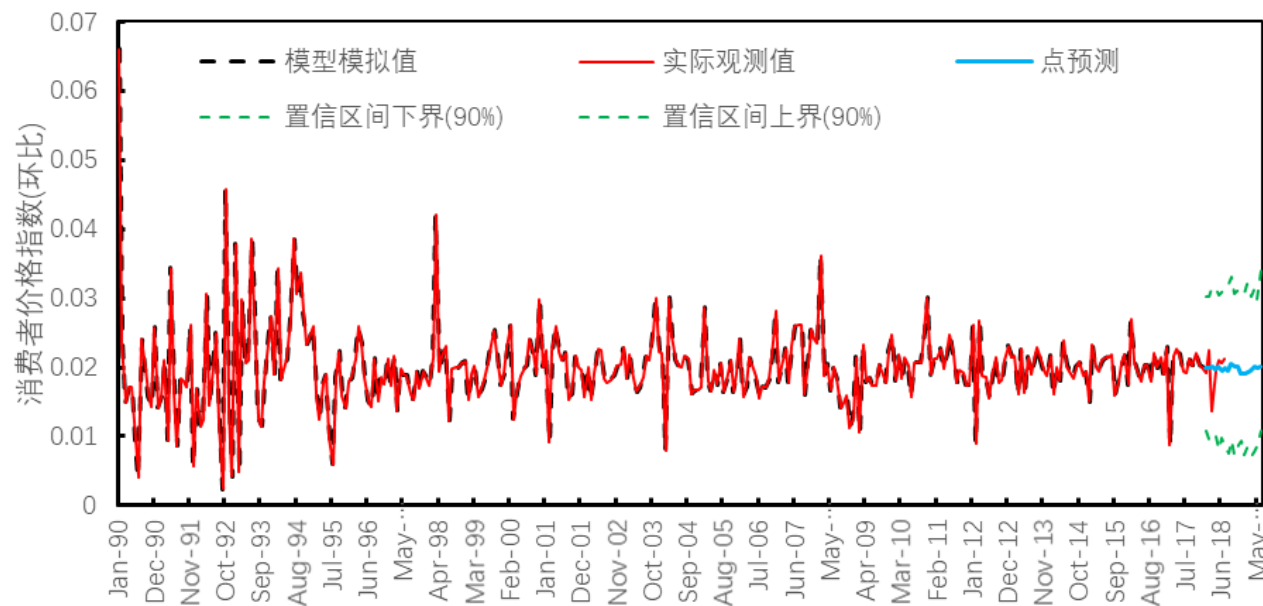
- 除了美联储在使用DSGE模型进行宏观经济模拟与预测之外，世界其他国家的政府机构和国际组织也都建立了各自的DSGE模型来分析宏观经济，例如欧洲央行的NAWM、加拿大银行的Totem、英格兰银行的BEQM、日本银行的JEM、欧洲委员会的QUESTIII以及国际货币基金组织的GEM等。此外，以色列央行、捷克国家银行、瑞典央行、瑞士国家银行等也在使用DSGE模型的分析结果作为政策决策的参考。



DSGE的应用场合

中国政府本部门的DSGE

➤ 央行、国税总局、商务部、工信部、发改委等等





DSGE的发展演化

在20世纪70年代，经济学家严厉批评了基于战后凯恩斯经济理论而建立的传统宏观经济计量模型。

- 一方面，Lucas（1976）批判道，政策干预肯定会影响到那些被假设为常数的关键模型参数，因而会使得模型政策分析的结果变得无效。
- 另一方面，还有一些经济学家认为传统宏观模型仅仅关注宏观经济行为的纯统计特征，而忽略经济人的前看行为以及一般均衡，例如，Sims（1980）、Sargent（1981）等。



DSGE的发展演化

3.1 实际经济周期（RBC）模型

➤ 第一代DSGE模型：Kydland 和 Prescott (1982)以及Long 和 Plosser (1983)所做的杰出贡献——对实际商业周期（RBC）模型的发展。



基于新古典增长理论，
RBC旨在将宏观经济波动解释为理性代理人对实际扰动的最优响应（Rebelo, 2005）。



一、基准RBC

1、家庭

跨期贴现效用函数

$$U_0 = E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left(\frac{C_t^{1-\sigma}}{1-\sigma} - \theta \frac{N_t^{1+\phi}}{1+\phi} \right) \quad (1.1)$$

其中， E_0 表示期望算子； σ 表示相对风险厌恶系数； ϕ 表示劳动供给的边际负效用。



一、基准RBC

1、家庭

家庭会从劳动中获得工资收入，工资率为 w_t ，还会从资本租借中获得利率为 R_t 的利息收入。家庭持有债券 B_t ，其利率为 r_{t-1} ，下标为 $t-1$ 意味着债券利率在偿付期 t 之前（即 $t-1$ ）就已知了。此外，家庭还会获得企业的利润。也就是说，在每一期，家庭的收入由劳动收入，资本收入、债券利息收入和利润组成，而其支出则为消费支出、投资支出和债券支出。预算约束表示在每一期，家庭的支出都不能超过收入。因此，可以把家庭的预算约束写成

$$C_t + I_t + B_{t+1} = w_t N_t + R_t K_t + (1 + r_{t-1}) B_t + \Pi_t \quad (1.2)$$

其中， I_t 表示家庭投资支出， Π_t 表示企业的利润/分红。



(四) 基准RBC

1、家庭

资本积累方程

$$K_{t+1} = I_t + (1 - \delta)K_t \quad (1.3)$$

其中， δ 是资本折旧率。

那么，家庭问题就是在（1.2）、（1.3）的约束下，求（1.1）的最大化，即在预算约束下使得家庭的跨期贴现效用函数最大化。为此，我们可以构建拉格朗日（Lagrangian）算式



一、基准RBC

1、家庭



一、基准RBC

2、企业

代表性企业的目标是实现净收益（或净现金流）的现值最大化。而它的随机贴现因子定义为

$$M_t = \beta^t \frac{E_0 U'(C_t)}{U'(C_0)}$$

之所以，企业贴现率以消费作为标准因为隐含假设企业归家庭所有，因此，企业的利润（分红）需要消费者来评价。即是说，在 t 期家庭得到一单位分红，就会给家庭带来 $U'(C_t)$ 单位的效用，然后用 β^t 折现到当期（第0期）。除以 $U'(C_0)$ 是为了赋予未来消费与第0期消费具有等价值。



一、基准RBC

2、企业

建模企业最常用的生产函数为C-D函数：

$$Y_t = A_t K_t^\alpha N_t^{1-\alpha} \quad (1.12)$$



一、基准RBC

2、企业



一、基准RBC

3、外生冲击

为了完成模型，我们还需要声明外生变量的随机过程。在上述模型中，唯一的外生变量就是 A_t 。最常用的随机过程为一阶自回归，即

$$\ln A_t = \rho \ln A_{t-1} + \epsilon_t \quad (1.16)$$

其中， ρ 表示生产率的自回归系数，其绝对值必须小于1（ $\|\rho\| < 1$ ）来确保该随机过程的平稳性，且 $\epsilon_t \sim N(0, \sigma_A)$ 。



一、基准RBC

4、均衡

上述模型经济的竞争性均衡为在资源禀赋 (K_t, D_t, B_t, A_t) 给定的情况下，价格体系 (w_t, R_t, r_{t-1}) 和资源配置 $(C_t, N_t, K_{t+1}, D_{t+1}, B_{t+1})$ 构成。那么，均衡条件为家庭的最优条件 (1.9) - (1.11)、企业的最优条件 (1.13) - (1.14)、劳动市场出清、债券市场出清 $B_t = D_t$ 、所有的预算约束。

我们可以化简所有的预算约束（家庭和企业），得到产品市场出清条件：

$$Y_t = C_t + I_t \quad (1.17)$$



一、基准RBC

5、均衡系统

$$C_t^\sigma \theta N_t^\phi = w_t \quad (1.18)$$

$$(1 - \alpha) A_t K_t^\alpha N_t^{1-\alpha} = w_t \quad (1.23)$$

$$E_t \frac{C_{t+1}^\sigma}{C_t^\sigma} = \beta E_t (R_{t+1} + (1 - \delta)) \quad (1.19)$$

$$Y_t = A_t K_t^\alpha N_t^{1-\alpha} \quad (1.24)$$

$$E_t \frac{C_{t+1}^\sigma}{C_t^\sigma} = \beta E_t (1 + r_t) \quad (1.20)$$

$$Y_t = C_t + I_t \quad (1.25)$$

$$K_{t+1} = I_t + (1 - \delta) K_t \quad (1.21)$$

$$\ln A_t = \rho \ln A_{t-1} + \epsilon_t \quad (1.26)$$

$$\alpha A_t K_t^{\alpha-1} N_t^{1-\alpha} = R_t \quad (1.22)$$



一、基准RBC

6、稳态



一、基准RBC

7、模型背后的经济学含义

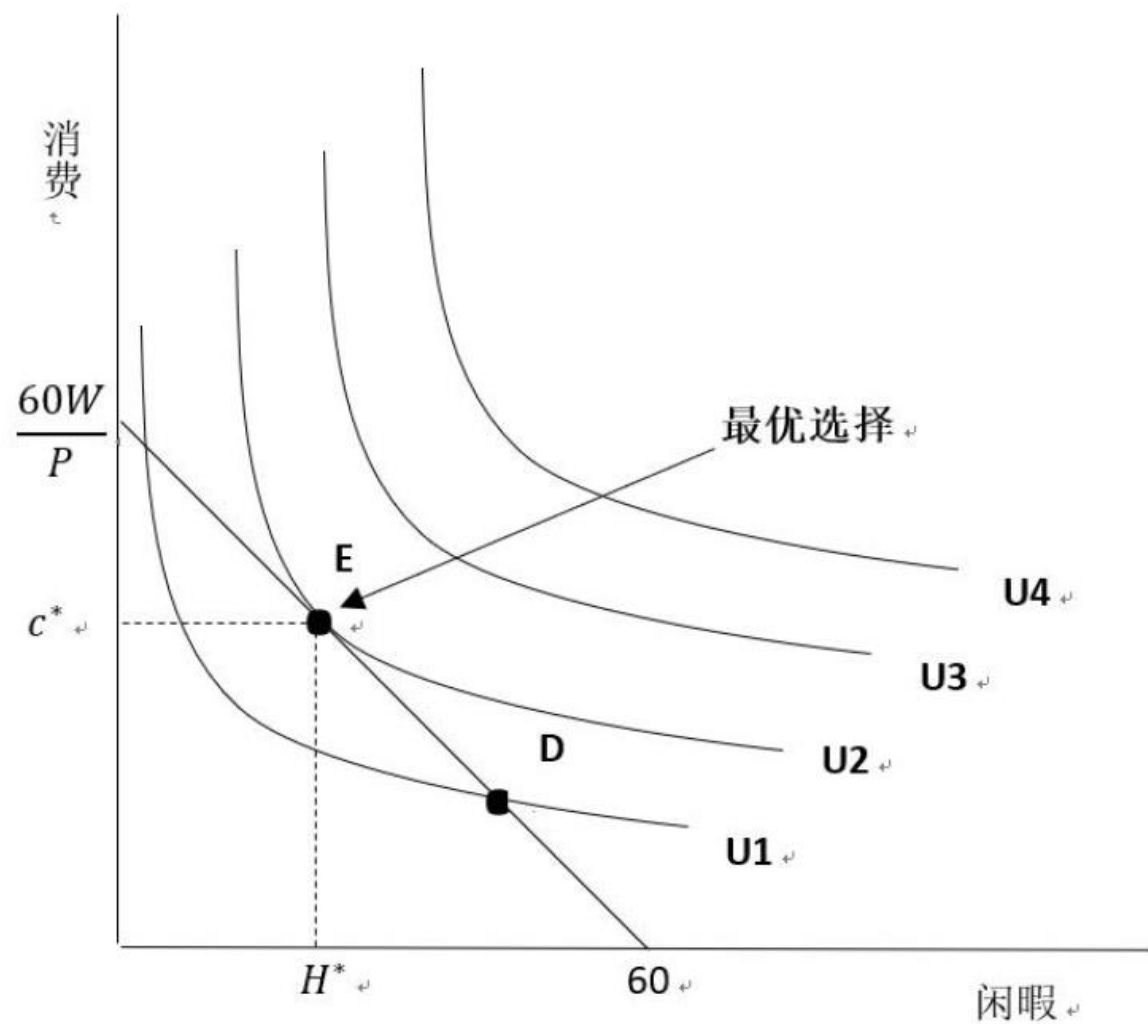


图 1.1 消费和闲暇最优选择



一、基准RBC

7、模型背后的经济学含义

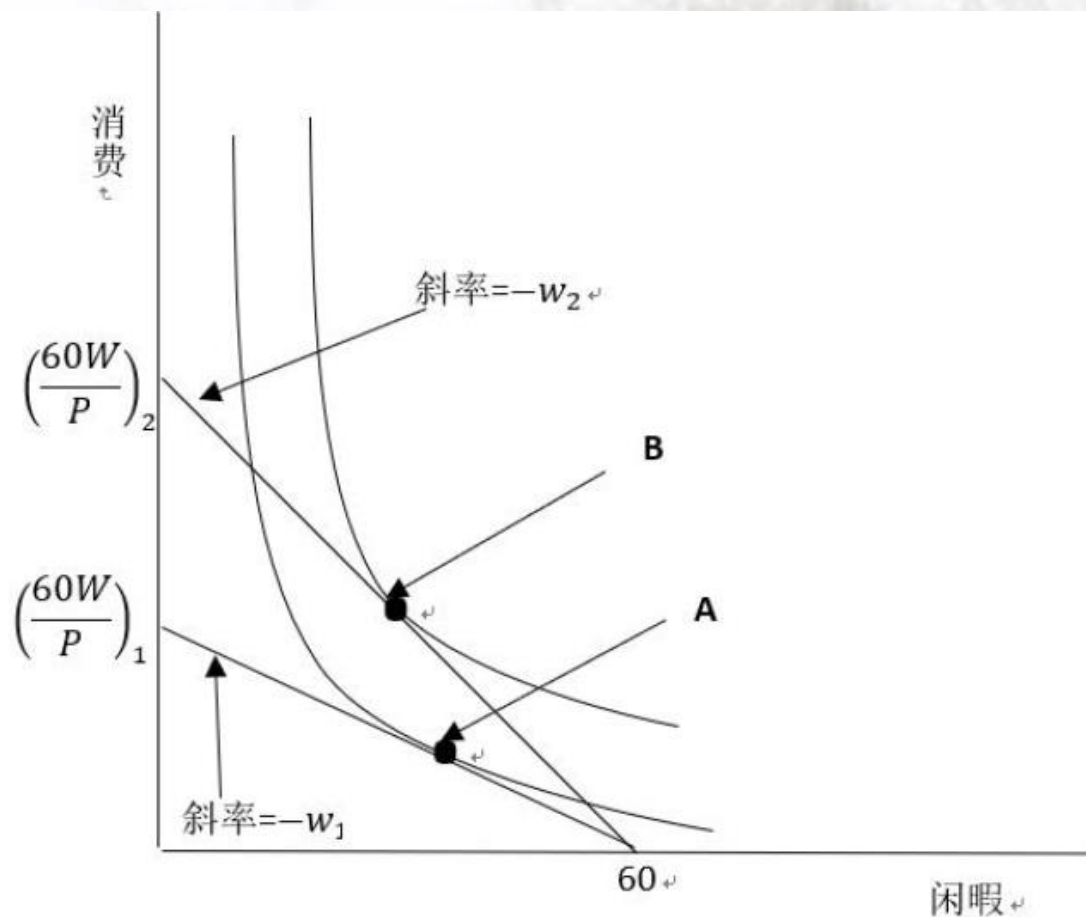


图 1.2 实际工资率上升，家庭选择更多消费和更多劳动（或更少闲暇）



一、基准RBC

7、模型背后的经济学含义

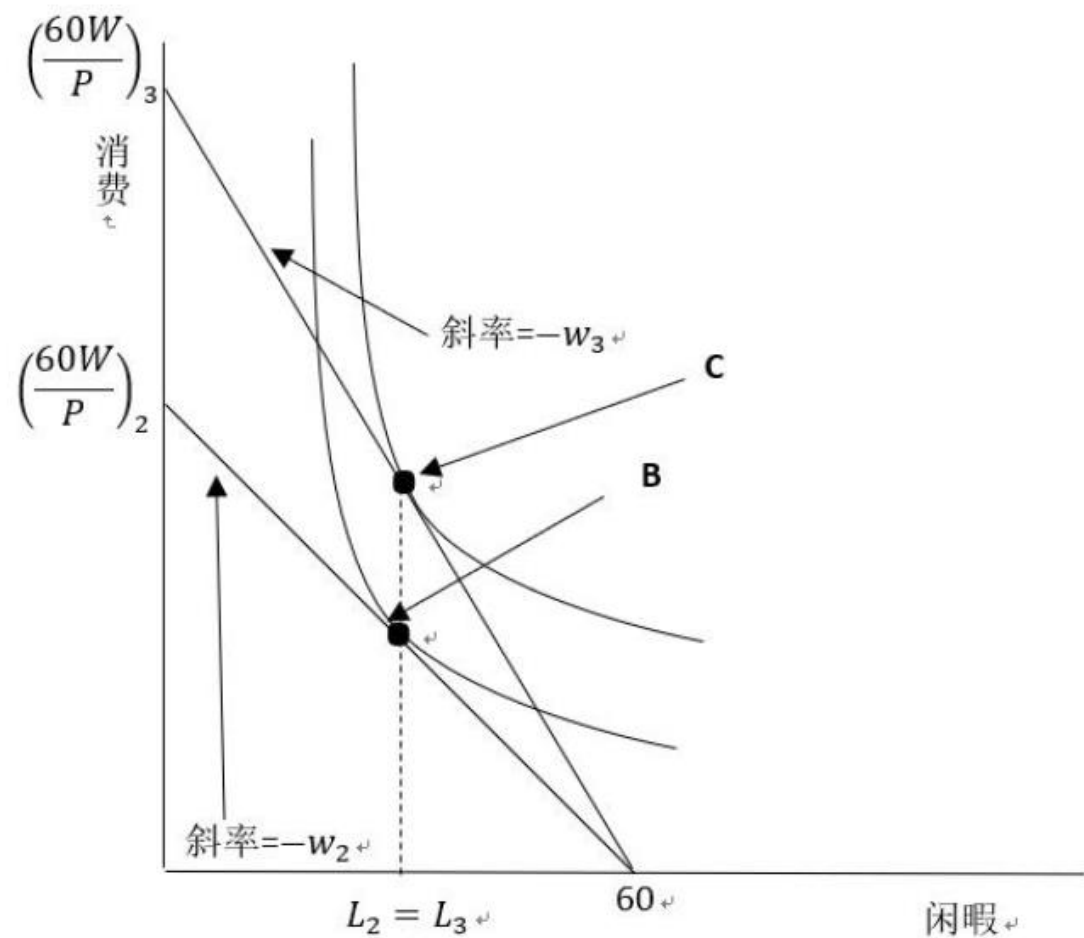


图 1.3 实际工资率上升，家庭选择更多消费和相同的劳动



一、基准RBC

7、模型背后的经济学含义

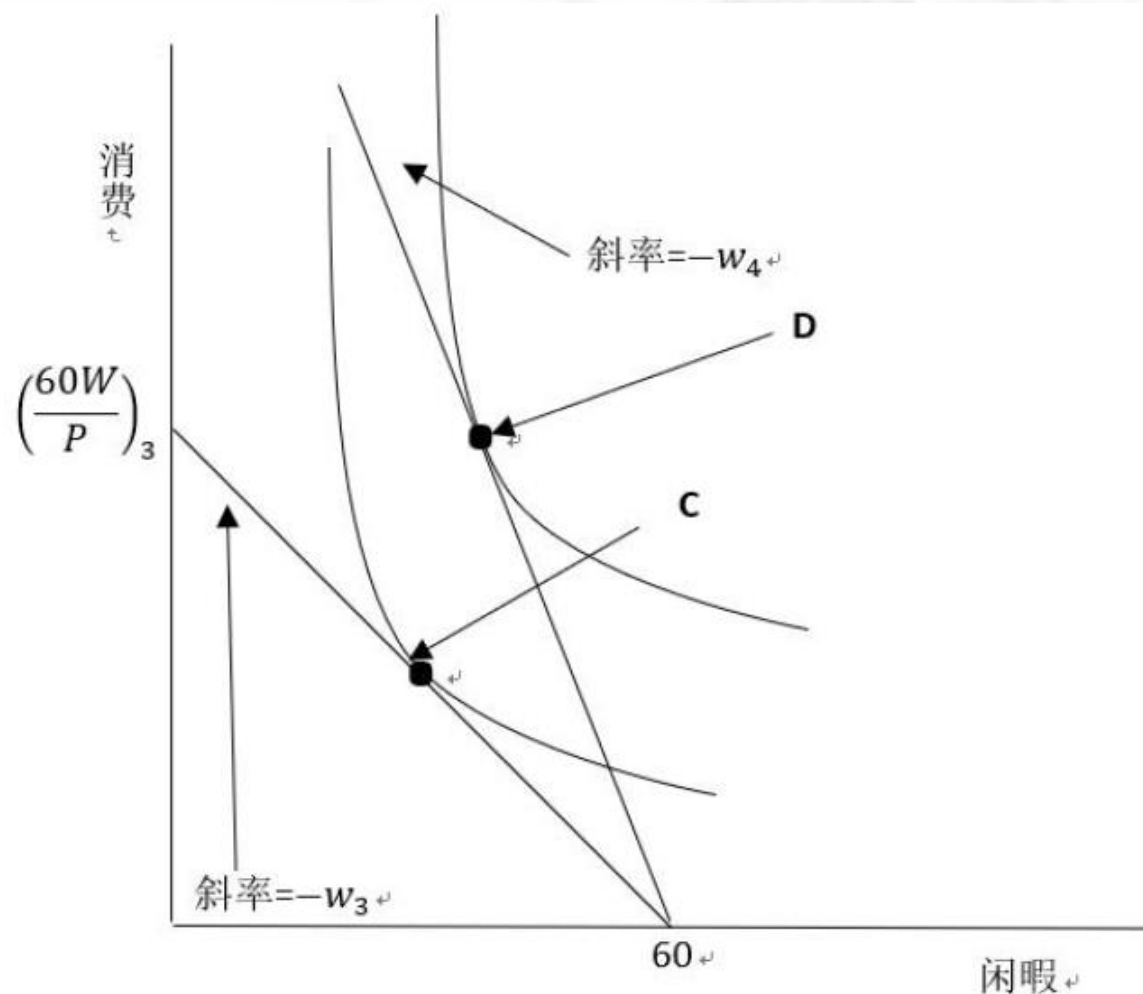


图 1.4 实际工资率上升，家庭选择更多消费和更少劳动



一、基准RBC

7、模型背后的经济学含义

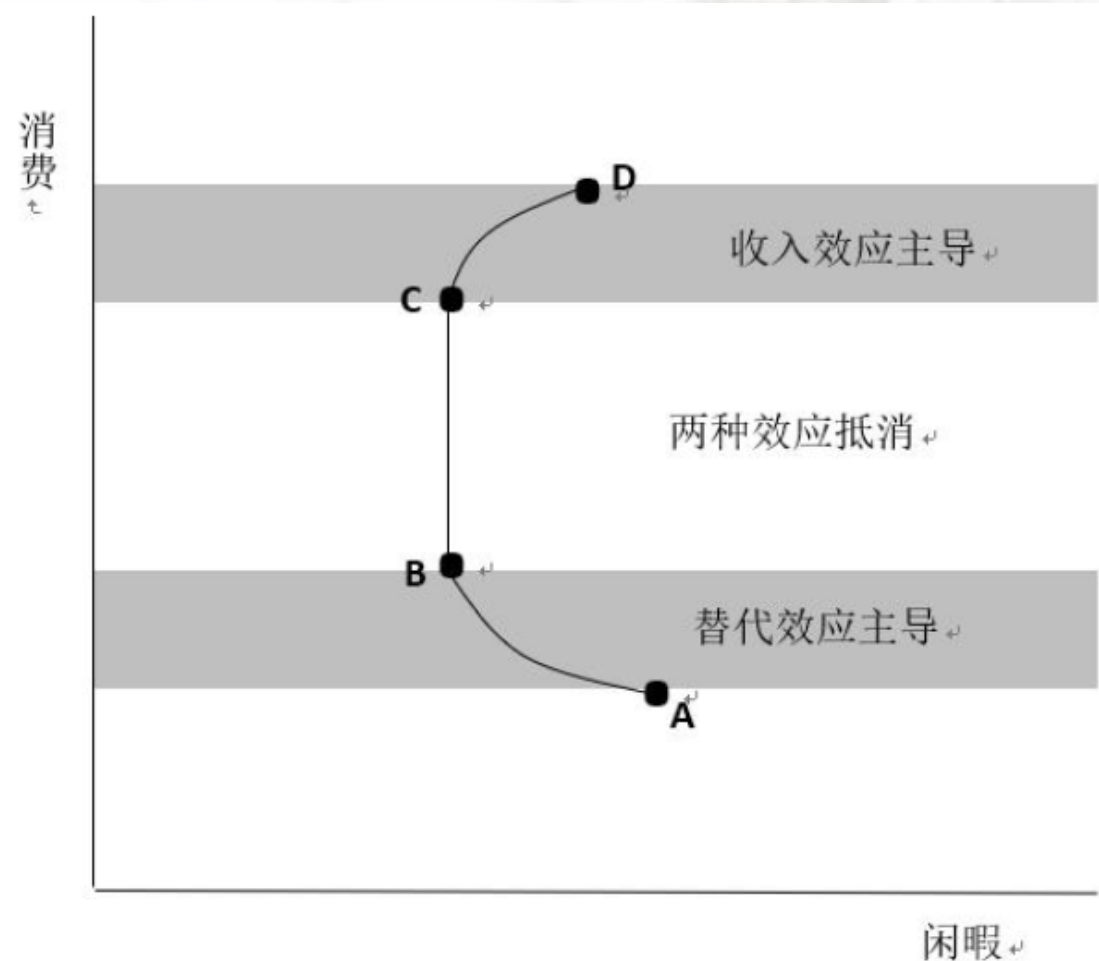


图 1.5 替代效应和收入效应



一、基准RBC

7、模型背后的经济学含义

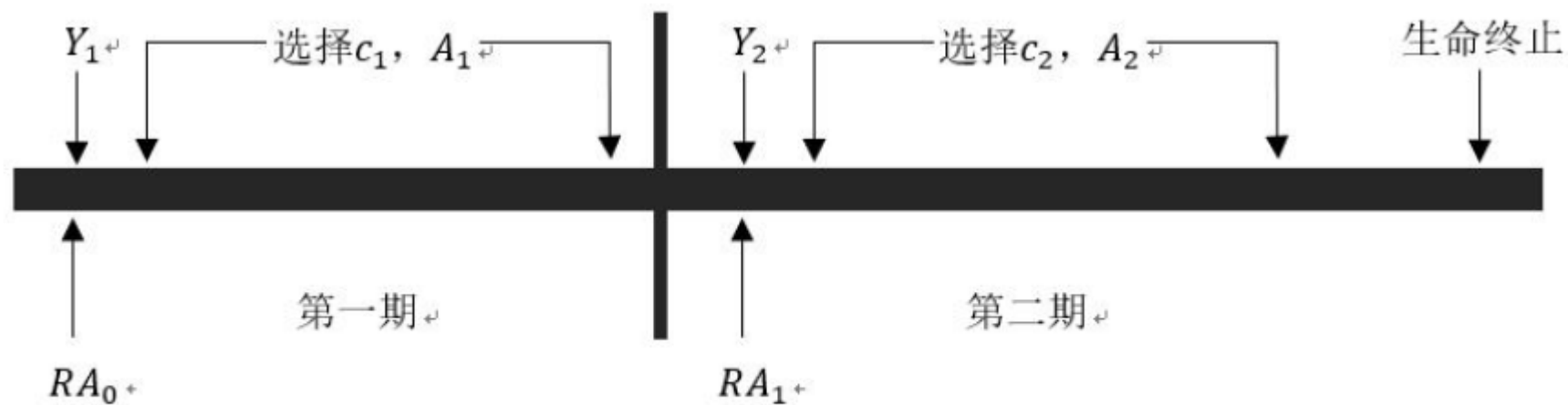


图 1.6 两期消费结构



一、基准RBC

7、模型背后的经济学含义

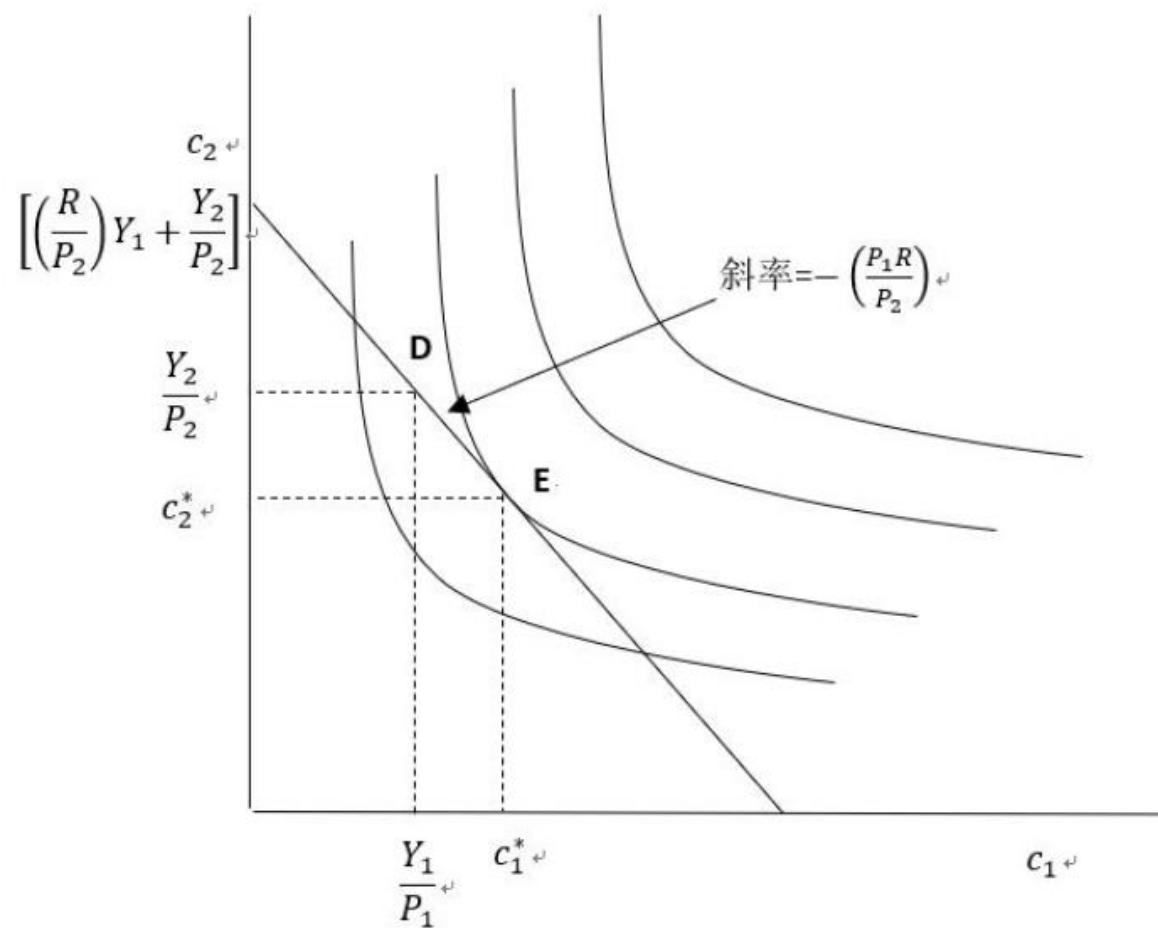


图 1.7 两期消费的最优选择



一、基准RBC

7、模型背后的经济学含义

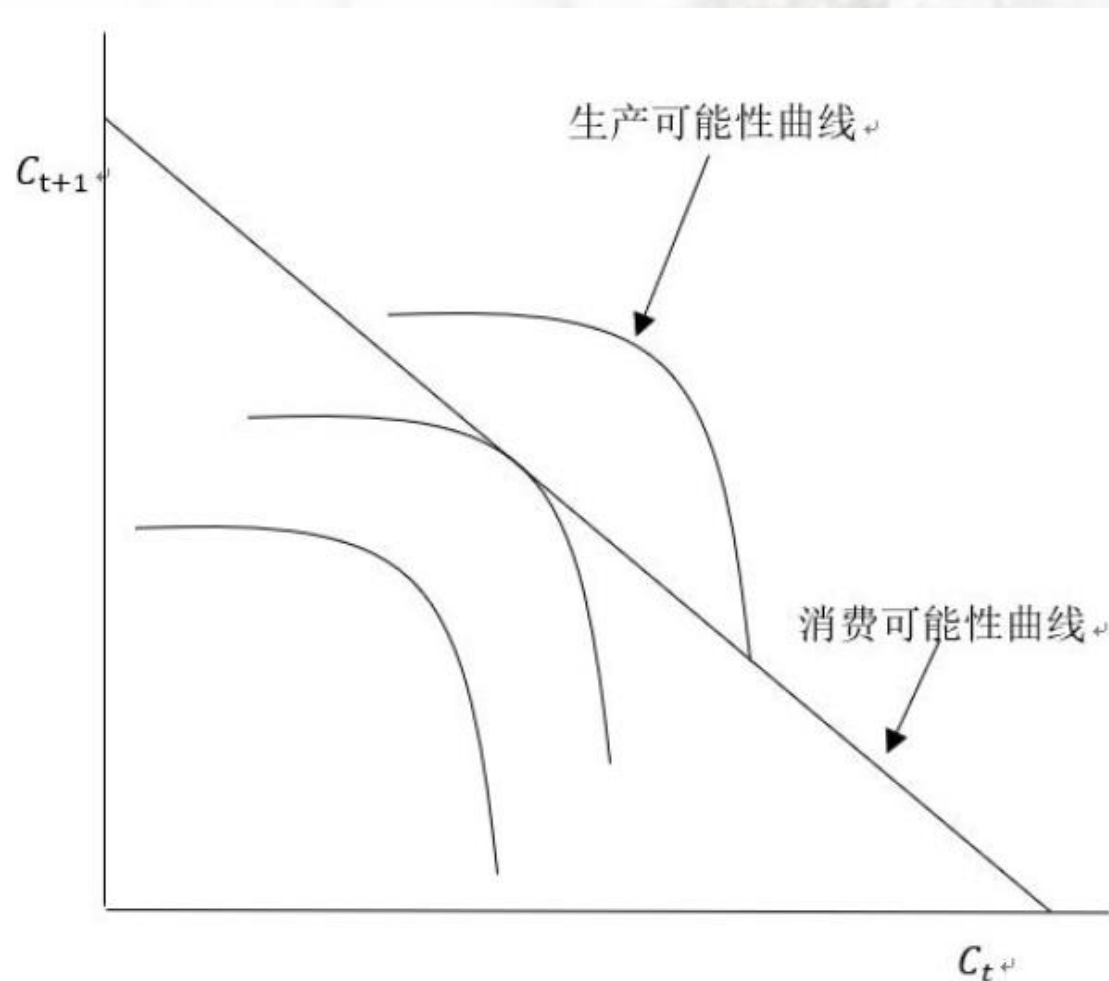


图 1.8 最优生产曲线



一、基准RBC

7、模型背后的经济学含义

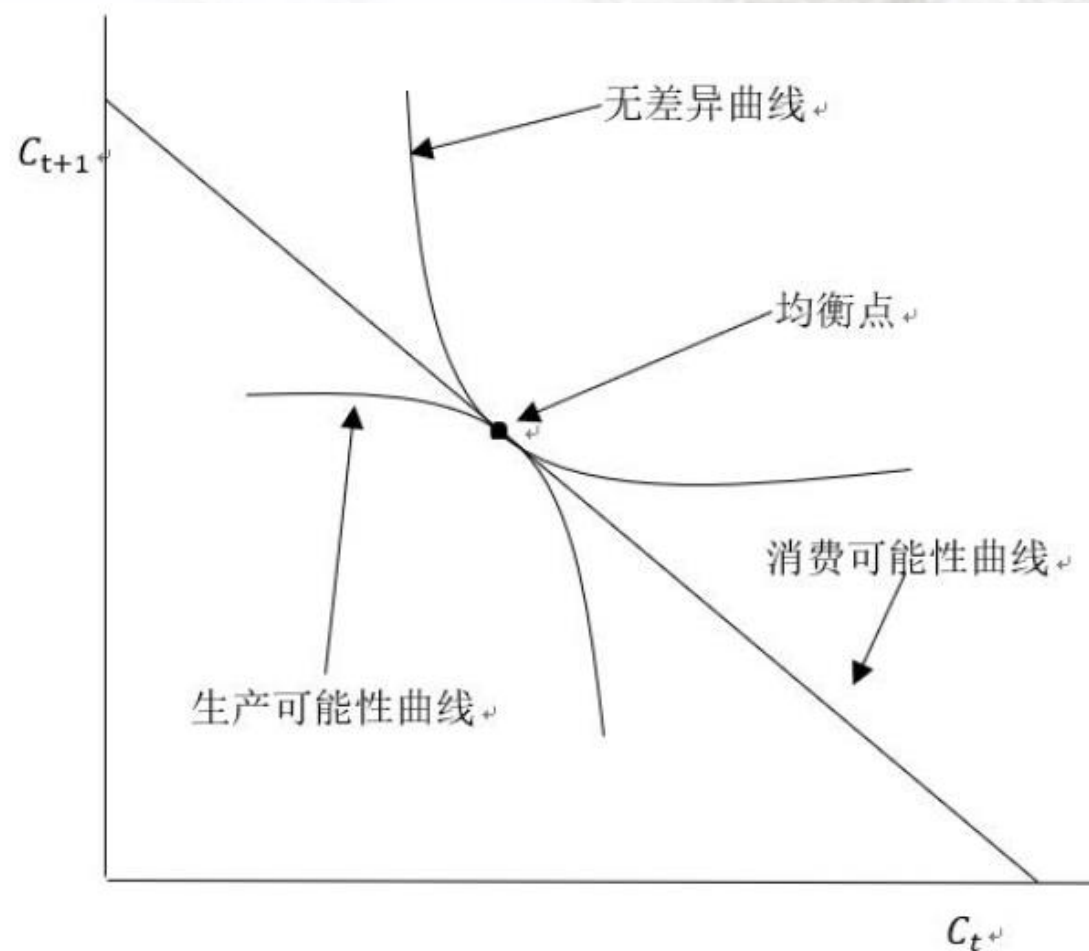


图 1.9 一般均衡



一、基准RBC

表 1.1 模型参数的校准值

参数	参数含义	校准值
σ	相对风险厌恶系数	0.6
θ	劳动供给的边际负效用系数	1
ϕ	劳动供给弹性	3
β	主观贴现率	0.99
δ	折旧率	0.025
α	资本收入份额	0.6
ρ	冲击自回归系数	0.72

8、数值结果

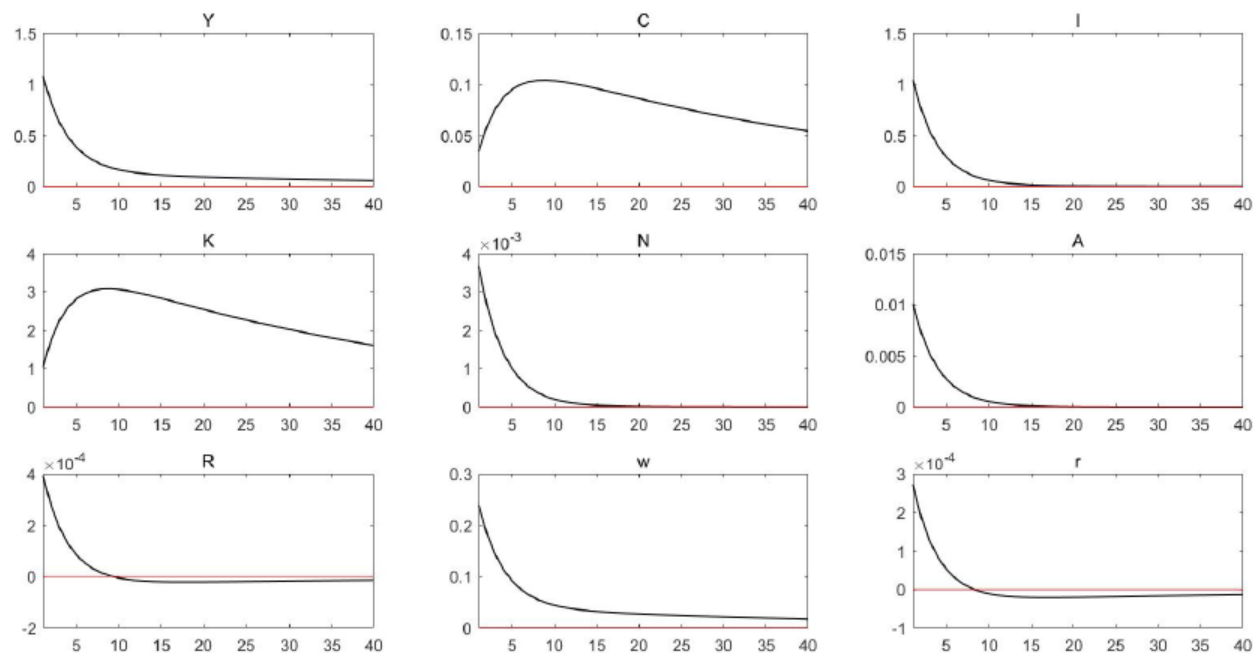


图 1.10 生产率冲击的脉冲响应图



DSGE的发展演化

- ◆ 因此，其得到的政策含义十分清晰：经济波动无需任何政府干预。实际上，旨在稳定宏观经济的政策都会造成福利损失（**Christiano et al., 2018**）。
- 为什么RBC模型这么重要？
- 1、理论贡献； 2、经验贡献



DSGE的发展演化

表1 KP表

变量	数据方差比	模型方差比	数据相关系数	模型相关系数
Y	1	1	1	1
C	0.8	0.7	0.7	0.8
I				
L				
.....				

从解释现实来看，宏观经济学家利用“KP表”来呈现数据矩和模型矩——产出、消费、投资、劳动时间和其他一些宏观变量的标准差、自相关系数和交叉相关系数，并比较数据矩和模型矩之间的差异。除劳动时间外，模型模拟的产出、消费和投资的矩与实际数据矩差异较小。

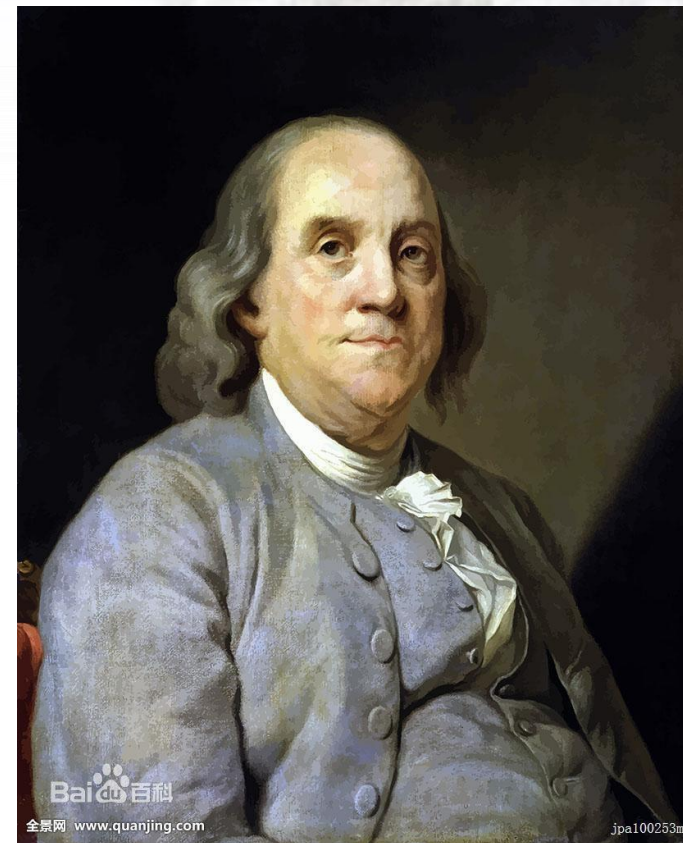


二、Matlab和Dynare入门



三、DSGE的政策分析：财政政策

- 富兰克林（1789）说：“这个世界上除了死亡和税收之外，没有什么确定无疑的。”
- 政府只提供公共产品和服务，通过税收和发债筹资。





三、财政政策—一次性总付税

1、家庭

跨期贴现效用函数

$$U_0 = E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left(\frac{C_t^{1-\sigma}}{1-\sigma} - \theta \frac{N_t^{1+\phi}}{1+\phi} \right) \quad (3.1)$$

其中， E_0 表示期望算子； σ 表示相对风险厌恶系数； ϕ 表示劳动供给的边际负效用。



三、财政政策—一次性总付税

1、家庭

同样，家庭会从劳动中获得工资收入，工资率为 w_t ，还会从资本租借中获得利率为 R_t 的利息收入。家庭持有债券 B_t ，其利率为 r_{t-1} ，需要注意的是，此处的债券不再像第一章中由企业发行，而是由政府发行，正如上文所述，政府部门发债是为财政支出融资的一种方式。此外，家庭还会获得企业的利润。也就是说，在每一期，家庭的收入由劳动收入，资本收入、债券利息收入和利润组成，而其支出则为消费支出、投资支出和债券支出和一次性总付税。需要特别注意**一次性总付税**，它是政府筹资的最重要方式之一。Oxford Reference(2018)对一次性总付税的定义是：它是征收固定数量，而不依赖于征税对象的实际情况的一种特殊征税方式。如果它对所有纳税人是相同的，那么，它就是著名的“人头税。但是这个定义容易引起歧义，最直白的理解是每一期家庭集中交一次总的税收。预算约束表示在每一期，家庭的支出都不能超过收入。因此，可以把家庭的预算约束写成

$$C_t + I_t + B_{t+1} = w_t N_t + R_t K_t + (1 + r_{t-1}) B_t + \Pi_t - T_t \quad (3.2)$$



三、财政政策—一次性总付税

1、家庭

资本积累方程（与第一章（3.3）相同）

$$K_{t+1} = I_t + (1 - \delta)K_t \quad (3.3)$$



三、财政政策—一次性总付税

1、家庭



三、财政政策—一次性总付税

1、家庭

总之，家庭会作出两类决策：第一类是消费和劳动（闲暇）之间的期内决策；另一类是当期消费和未来消费（储蓄）之间的跨期决策。

小技巧

加入政府一次性总付税后，家庭的一阶条件与第一章完全相同，也就是说，一次性总付税对家庭最优决策并没有产生什么影响。另一方面，家庭的决策仍然是消费-劳动的期内决策、消费-储蓄的跨期决策，而并不能对一次性总付税作出决策，这也是拉格朗日算式没有对 T 求导的原因，也就是说，家庭能决策（采取）什么行动，就对什么求导。



三、财政政策—一次性总付税

2、企业

企业的生产函数

$$Y_t = A_t K_t^\alpha N_t^{1-\alpha} \quad (3.12)$$



三、财政政策—一次性总付税

2、企业



三、财政政策—一次性总付税

3、政府部门

那么，政府的预算约束为

$$G_t + (1 + r_{t-1})D_t = T_t + D_{t+1} \quad (3.15)$$

(3.15) 式表明，政府在第 t 期会支出 G_t 和上一期债务的还本付息 $(1 + r_{t-1})D_t$ ，利率 r_{t-1} 是前一期确定的。而本期的政府收入主要是一次性总付税和新发行的债券 D_{t+1} 。我们将上式变形为



三、财政政策—一次性总付税

3、政府部门



三、财政政策—一次性总付税

4、外生冲击

生产率冲击

$$\ln A_t = \rho \ln A_{t-1} + \epsilon_t \quad (3.17)$$

政府支出冲击

$$\ln G_t = (1 - \rho_g) \ln(\omega Y_t) + \rho_g \ln G_{t-1} + \epsilon_{g,t} \quad (3.18)$$



三、财政政策—一次性总付税

5、总的资源约束

$$Y_t = C_t + I_t + G_t \quad (3.21)$$



三、财政政策—一次性总付税

6、均衡系统

$$C_t^\sigma \theta N_t^\phi = w_t \quad (3.22)$$

$$E_t \frac{C_{t+1}^\sigma}{C_t^\sigma} = \beta E_t (R_{t+1} + (1 - \delta)) \quad (3.23)$$

$$E_t \frac{C_{t+1}^\sigma}{C_t^\sigma} = \beta E_t (1 + r_t) \quad (3.24)$$

$$K_{t+1} = I_t + (1 - \delta)K_t \quad (3.25)$$

$$\alpha A_t K_t^{\alpha-1} N_t^{1-\alpha} = R_t \quad (3.26)$$

$$(1 - \alpha) A_t K_t^\alpha N_t^{-\alpha} = w_t \quad (3.27)$$

$$Y_t = A_t K_t^\alpha N_t^{1-\alpha} \quad (3.28)$$

$$Y_t = C_t + I_t + G_t \quad (3.29)$$

$$\ln A_t = \rho \ln A_{t-1} + \epsilon_t \quad (3.30)$$

$$\ln G_t = (1 - \rho_g) \ln(\omega Y_t) + \rho_g \ln G_{t-1} + \epsilon_{g,t} \quad (3.31)$$



三、财政政策—一次性总付税

7、稳态



三、财政政策—一次性总付税

8、模型的经济学含义

很明显，政府通过支出 G_t 参与了整个经济的资源分配。从（3.29）可以看出，整个经济的总产出现在由家庭、企业和政府三个部门来分配。那么，政府部门可以通过（3.31）的政府支出冲击来调整支出规模，进而通过（3.39）来影响到宏观经济的资源配置。例如，当政府支出增加，由于总资源约束，家庭部门的消费，企业部门的投资都有可能下降，这就是公共支出的“挤出效用”，然后又通过家庭和企业的一阶条件来影响到家庭和企业的最优决策，而影响到资本和劳动市场（这需要根据第一章中的替代效应和收入效应来进行分析）。因此，这就形成了政府支出影响整个宏观经济的传导机制。



三、财政政策—扭曲性税收

1、家庭

跨期贴现效用函数

$$U_0 = E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left(\frac{C_t^{1-\sigma}}{1-\sigma} - \theta \frac{N_t^{1+\phi}}{1+\phi} \right) \quad (3.1)$$

其中， E_0 表示期望算子； σ 表示相对风险厌恶系数； ϕ 表示劳动供给的边际负效用。



三、财政政策—扭曲性税收

1、家庭

预算约束

与第一节中的预算约束相比，在扭曲性税收情形下，家庭除了要缴纳一次性总付税外，还需要缴纳商品税 τ_t^s 、劳动所得税 τ_t^n 和资本所得税 τ_t^k 。也就是说，家庭的预算约束变为

$$(1 + \tau_t^s)(C_t + I_t) + B_{t+1} = (1 - \tau_t^n)w_t N_t + (1 - \tau_t^k)R_t K_t + (1 + r_{t-1})B_t + \Pi_t - T_t \quad (3.39)$$



三、财政政策—扭曲性税收

1、家庭

资本积累方程（与第一章（3.3）相同）

$$K_{t+1} = I_t + (1 - \delta)K_t \quad (3.40)$$

其中， δ 是资本折旧率。



三、财政政策—扭曲性税收

1、家庭



三、财政政策—扭曲性税收

2、企业

生产函数

$$Y_t = A_t K_t^\alpha N_t^{1-\alpha} \quad (3.49)$$



三、财政政策—扭曲性税收

2、企业



三、财政政策—扭曲性税收

3、政府部门

那么，此时，政府的预算约束为

$$G_t + (1 + r_{t-1})D_t = T_t + D_{t+1} + \tau_t^s(C_t + I_t) + \tau_t^n w_t N_t + \tau_t^k R_t K_t \quad (3.52)$$



三、财政政策—扭曲性税收

4、外生冲击

$$\ln A_t = \rho \ln A_{t-1} + \epsilon_t \quad (3.53)$$

$$\ln G_t = (1 - \rho_g) \ln(\omega Y_t) + \rho_g \ln G_{t-1} + \epsilon_{g,t} \quad (3.54)$$

$$\tau_t^s = (1 - \rho_s) \tau^s + \rho_s \tau_{t-1}^s + \epsilon_{s,t} \quad (3.55)$$

$$\tau_t^n = (1 - \rho_n) \tau^n + \rho_n \tau_{t-1}^n + \epsilon_{n,t} \quad (3.56)$$

$$\tau_t^k = (1 - \rho_k) \tau^k + \rho_k \tau_{t-1}^k + \epsilon_{k,t} \quad (3.57)$$



三、财政政策—扭曲性税收

5、总资源约束

$$Y_t = w_t N_t + R_t K_t \quad (3.59)$$



三、财政政策—扭曲性税收

6、均衡系统

$$(1 + \tau_t^s) C_t^\sigma \theta N_t^\phi = (1 - \tau_t^n) w_t \quad (3.61)$$

$$E_t \frac{(1 + \tau_{t+1}^s) C_{t+1}^\sigma}{(1 + \tau_t^s) C_t^\sigma} = \beta E_t ((1 - \tau_{t+1}^k) R_{t+1} + (1 - \delta)) \quad (3.62)$$

$$E_t \frac{(1 + \tau_{t+1}^s) C_{t+1}^\sigma}{(1 + \tau_t^s) C_t^\sigma} = \beta E_t (1 + r_t) \quad (3.63)$$

$$K_{t+1} = I_t + (1 - \delta) K_t \quad (3.64)$$

$$\alpha A_t K_t^{\alpha-1} N_t^{1-\alpha} = R_t \quad (3.65)$$

$$(1 - \alpha) A_t K_t^\alpha N_t^{-\alpha} = w_t \quad (3.66)$$

$$Y_t = A_t K_t^\alpha N_t^{1-\alpha} \quad (3.67)$$

$$Y_t = C_t + I_t + G_t \quad (3.68)$$

$$\ln A_t = \rho \ln A_{t-1} + \epsilon_t \quad (3.69)$$

$$\ln G_t = (1 - \rho_g) \ln(\omega Y_t) + \rho_g \ln G_{t-1} + \epsilon_{g,t} \quad (3.70)$$

$$\tau_t^s = (1 - \rho_s) \tau^s + \rho_s \tau_{t-1}^s + \epsilon_{s,t} \quad (3.71)$$

$$\tau_t^n = (1 - \rho_n) \tau^n + \rho_n \tau_{t-1}^n + \epsilon_{n,t} \quad (3.72)$$



三、财政政策—扭曲性税收

7、稳态



三、财政政策的定量结果

- 1、一次性总付税
- 2、扭曲性税收
- 3、混合冲击（确定性冲击和随机冲击混合）
- 4、进一步研究方向（**eg: 政府债务风险**）



DSGE的发展演化

- RBC存在的问题：
- 第一，微观数据与模型的关键假设不一致。例如，完美金融市场，完全无摩擦的劳动市场（Chetty et al., 2001）。
- 第二，模型很难解释一些宏观变量的关键性质，例如，劳动时间的波动，证券溢价，工资与劳动时间波动的低相关性（Christiano and Eichenbaum, 1992; King and Rebelo, 1999）。



DSGE的发展演化

- RBC存在的问题：
- 第一，微观数据与模型的关键假设不一致。例如，完美金融市场，完全无摩擦的劳动市场（Chetty et al., 2001）。
- 第二，模型很难解释一些宏观变量的关键性质，例如，劳动时间的波动，证券溢价，工资与劳动时间波动的低相关性（Christiano and Eichenbaum, 1992; King and Rebelo, 1999）。
- 第三，RBC模型并没有显示出货币的作用。



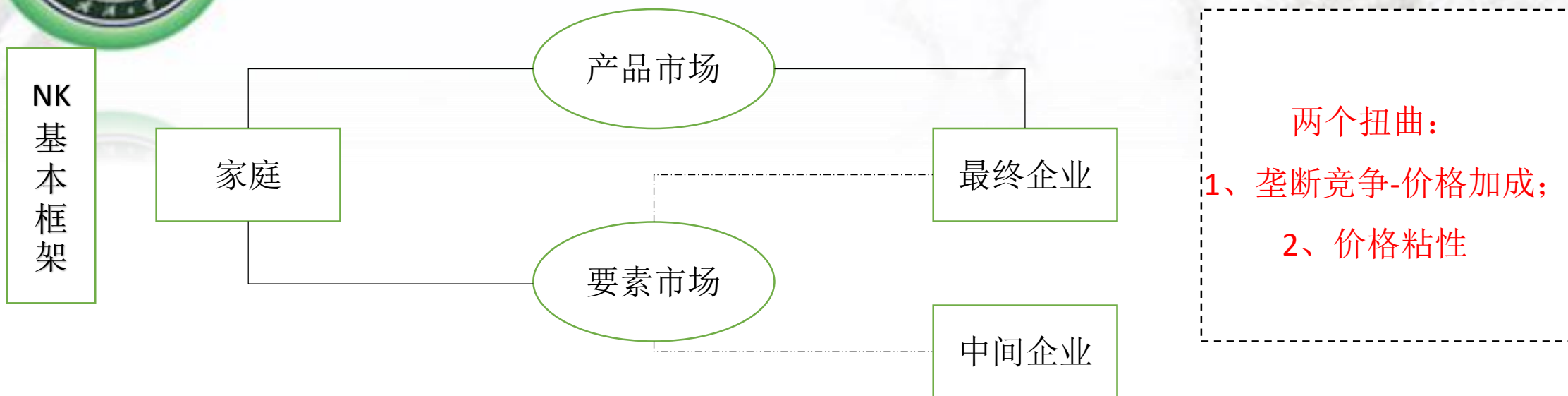
DSGE的发展演化

3.2 新凯恩斯主义（NK）模型

- Hume (1742) 描述了来自于新世界的货币如何影响了欧洲经济。Friedman (1968) 对货币及货币政策的根本观点。
- 为了将上述思想引入经济周期模型中，一些宏观经济学家在RBC框架中引入了一些凯恩斯主义元素（不完全竞争，名义粘性）来解释货币政策的实际效应（例如，Blanchard和Kiyotaki, 1987；文献回顾可见Summers (1989)、Mankiw 和 Romer (1991) 等）。



DSGE的发展演化



- 实际上，新凯恩斯主义DSGE模型是对RBC模型的扩展，引入了名义变量——价格、工资和名义利率，名义摩擦——主要以Calvo（1983）的定价方式，实际摩擦——消费习惯（Abel，1990等）、资本调整成本（Hayashi，1982；Christiano et al.，2005等），不完全竞争结构（Dixit and Stiglitz，1977）。



四、基准NK模型

NK模型是新凯恩斯(New Keynesian)模型的简称。NK模型最重要的特征可能有如下几点：

- 动态、随机、一般均衡(DSGE)建模:代理人当前的行为会影响到未来经济环境。代理人知道这一点，并据此采取决策。经济中的某些进程会受到外生因素的冲击，因此会出现不确定性(uncertainty)。经济中的所有市场会同时实现均衡——一般均衡。
- 垄断竞争：市场中有大量的代理人，其提供相同的产品和服务，但存在一定的差别。因此，这些代理人为了实现自身的目标最大化而设定价格，相反，匿名的瓦尔拉斯拍卖者为了寻求所有市场出清了设立价格。
- 名义粘性：至少有一部分代理人不能随时调整其产品和服务的价格，或者面临着价格调整成本。企业有价格粘性，工人有工资粘性。
- 短期货币政策非中性：由于名义粘性和垄断竞争的存在，短期名义利率的变化与预期通胀的变化并不会一比一的匹配，因此，会导致实际利率发生变化。实际利率的变化则会导致实际变量的变化。



四、基准NK模型：只有垄断竞争

1、家庭

家庭效用函数

$$U_0 = E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left(\frac{C_t^{1-\sigma}}{1-\sigma} - \theta \frac{N_t^{1+\phi}}{1+\phi} \right) \quad (4.1)$$



四、基准NK模型：只有垄断竞争

1、家庭

$$C_t + I_t + B_{t+1} = w_t N_t + R_t K_t + (1 + r_{t-1}) B_t + \Pi_t \quad (4.2)$$

其中， I_t 表示家庭投资支出， Π_t 表示企业的利润/分红。

资本积累方程

$$K_{t+1} = I_t + (1 - \delta) K_t \quad (4.3)$$



四、基准NK模型：只有垄断竞争

1、家庭



四、基准NK模型：只有垄断竞争

2、企业

最终产品企业

代表性最终产品企业购买中间产品 $Y_{i,t}$ 来生产最终产品 Y_t ，假设最终产品市场为完全竞争市场。最终产品的生产函数采用常替代弹性(CES)形式：

$$Y_t = \left[\int_0^1 Y_{i,t}^{\frac{\xi-1}{\xi}} di \right]^{\frac{\xi}{\xi-1}} \quad (4.12)$$

其中， Y_t 为最终产品产量， $Y_{i,t}$ 为第 i 个中间产品企业生产的中间产品产量， $0 \leq \xi < \infty$ 为中间产品的替代弹性。



四、基准NK模型：只有垄断竞争

2、企业

最终产品企业目标函数

给定所有中间产品价格 $P_{i,t}$ 和最终产品价格 P_t 的情况下，那么，最终产品企业面临的最大化问题为

$$\max_{Y_{i,t}} \Pi_t = P_t Y_t - \int_0^1 P_{i,t} Y_{i,t} di \quad (4.13)$$



四、基准NK模型：只有垄断竞争

2、企业

最终产品企业



四、基准NK模型：只有垄断竞争

2、企业

中间产品企业

中间产品企业雇佣劳动和资本来生产中间产品。每一个中间产品企业的生产技术均为CD生产函数

$$Y_{i,t} = A_t K_{i,t}^{\alpha} L_{i,t}^{1-\alpha} \quad (4.17)$$



四、基准NK模型：只有垄断竞争

2、企业

中间产品企业

第一步，成本最小化来解最优要素需求决策；

第二步，利润最大化来解最优定价决策。



四、基准NK模型：只有垄断竞争

2、企业

中间产品企业

第一步，成本最小化来解最优要素需求决策；



四、基准NK模型：只有垄断竞争

2、企业

中间产品企业

第二步，利润最大化来解最优定价决策。



四、基准NK模型：只有垄断竞争

3、加总条件

$$L_t = \int_0^1 L_{i,t} di \quad (4.24)$$

$$K_t = \int_0^1 K_{i,t} di \quad (4.25)$$

$$R_t = MC_t A_t \alpha K_t^{\alpha-1} L_t^{1-\alpha} \quad (4.26)$$

$$W_t = MC_t A_t (1 - \alpha) K_t^{\alpha} L_t^{-\alpha} \quad (4.27)$$



四、基准NK模型：只有垄断竞争

3、加总条件

总的生产函数为

$$Y_t = A_t K_t^\alpha L_t^{1-\alpha} \quad (4.28)$$

经济的总资源约束为

$$Y_t = C_t + I_t \quad (4.29)$$



四、基准NK模型：只有垄断竞争

4、外生冲击

$$\ln A_t = \rho \ln A_{t-1} + \epsilon_t \quad (4.30)$$

除此之外，我们假设还有价格加成冲击，即中间产品之间的替代率冲击

$$\ln \xi_t = \rho_\xi \ln \xi_{t-1} + \epsilon_\xi \quad (4.31)$$



四、基准NK模型：只有垄断竞争

5、均衡系统

$$C_t^\sigma \theta N_t^\phi = w_t \quad (4.32)$$

$$Y_t = A_t K_t^\alpha N_t^{1-\alpha} \quad (4.38)$$

$$E_t \frac{C_{t+1}^\sigma}{C_t^\sigma} = \beta E_t (R_{t+1} + (1 - \delta)) \quad (4.33)$$

$$Y_t = C_t + I_t \quad (4.39)$$

$$E_t \frac{C_{t+1}^\sigma}{C_t^\sigma} = \beta E_t (1 + r_t) \quad (4.34)$$

$$MC_t = \frac{\xi_t - 1}{\xi_t} \quad (4.40)$$

$$K_{t+1} = I_t + (1 - \delta)K_t \quad (4.35)$$

$$\ln A_t = \rho \ln A_{t-1} + \epsilon_t \quad (4.41)$$

$$\alpha MC_t A_t K_t^{\alpha-1} N_t^{1-\alpha} = R_t \quad (4.36)$$

$$\ln \xi_t = (1 - \rho_\xi) \ln \xi + \rho_\xi \ln \xi_{t-1} + \epsilon_\xi \quad (4.42)$$

$$(1 - \alpha) MC_t A_t K_t^\alpha N_t^{-\alpha} = w_t \quad (4.37)$$



四、基准NK模型：只有垄断竞争

6、稳态



四、基准NK模型：引入价格粘性

1、家庭

家庭效用函数

$$U_0 = E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left(\frac{C_t^{1-\sigma}}{1-\sigma} - \theta \frac{N_t^{1+\phi}}{1+\phi} \right) \quad (4.1)$$



四、基准NK模型：引入价格粘性

1、家庭

$$C_t + I_t + B_{t+1} = w_t N_t + R_t K_t + (1 + r_{t-1}) B_t + \Pi_t \quad (4.2)$$

其中， I_t 表示家庭投资支出， Π_t 表示企业的利润/分红。

资本积累方程

$$K_{t+1} = I_t + (1 - \delta) K_t \quad (4.3)$$



四、基准NK模型：引入价格粘性

1、家庭



四、基准NK模型：引入价格粘性

2、企业

最终产品企业

代表性最终产品企业购买中间产品 $Y_{i,t}$ 来生产最终产品 Y_t ，假设最终产品市场为完全竞争市场。最终产品的生产函数采用常替代弹性(CES)形式：

$$Y_t = \left[\int_0^1 Y_{i,t}^{\frac{\xi-1}{\xi}} di \right]^{\frac{\xi}{\xi-1}} \quad (4.12)$$

其中， Y_t 为最终产品产量， $Y_{i,t}$ 为第 i 个中间产品企业生产的中间产品产量， $0 \leq \xi < \infty$ 为中间产品的替代弹性。



四、基准NK模型：引入价格粘性

2、企业

最终产品企业目标函数

给定所有中间产品价格 $P_{i,t}$ 和最终产品价格 P_t 的情况下，那么，最终产品企业面临的最大化问题为

$$\max_{Y_{i,t}} \Pi_t = P_t Y_t - \int_0^1 P_{i,t} Y_{i,t} di \quad (4.13)$$



四、基准NK模型：引入价格粘性

2、企业

最终产品企业



四、基准NK模型：引入价格粘性

2、企业

中间产品企业

中间产品企业雇佣劳动和资本来生产中间产品。每一个中间产品企业的生产技术均为CD生产函数

$$Y_{i,t} = A_t K_{i,t}^{\alpha} L_{i,t}^{1-\alpha} \quad (4.17)$$



四、基准NK模型：引入价格粘性

2、企业

中间产品企业

第一步，成本最小化来解最优要素需求决策；

第二步，利润最大化来解最优定价决策。



四、基准NK模型：引入价格粘性

回忆一下，中间产品企业可以通过设立价格 $P_{i,t}$ 来使其利润最大化。但是，在现实中，并不是所有中间产品企业都能在每一期调整其价格。

根据Calvo（1983）的假设，在每一时期，中间产品生产者都会以一个固定的概率来调整价格，也就是说，在所有的中间产品生产者中随机的挑选 $0 \leq 1 - \theta < 1$ 比例的厂商来调整其中间产品价格，并将第 t 期的价格设定在 $P_{i,t}^*$ ，余下的中间产品生产商则仍然保持上一期的价格 $P_{i,t} = P_{i,t-1}$ 。这就意味着，中间产品厂商并不能在每一期都自由调整产品价格，它们以一个固定的概率 $1 - \theta$ 来调整价格。这就意味着，一个中间产品厂商保持一期价格不变的概率为 θ ，保持两期价格不变的概率为 θ^2 ，以此类推。企业会将未来 j 期利润贴现，且随机贴现因子为 $\beta^j \frac{U'(C_{t+j})}{U'(C_t)}$ 。那么，在一个给定时期，以恒定概率来调整价格的中间厂商所面临的最优定价问题为



四、基准NK模型：引入价格粘性

第二步，利润最大化来解最优定价决策

$$\begin{aligned} & \max_{P_{i,t}} E_t \sum_{j=0}^{\infty} (\beta\theta)^j \frac{U'(C_{t+j})}{U'(C_t)} (P_{i,t} Y_{i,t} - MC_t Y_{I,t}) \\ & \Leftrightarrow \max_{P_{i,t}} E_t \sum_{j=0}^{\infty} (\beta\theta)^j \frac{U'(C_{t+j})}{U'(C_t)} Y_{t+j} \left(P_{i,t} \left(\frac{P_{t+j}}{P_{j,t}} \right)^{\xi} - MC_{t+j} \left(\frac{P_{t+j}}{P_{j,t}} \right)^{\xi} \right) \end{aligned} \quad (4.49)$$



四、基准NK模型：引入价格粘性

第二步，利润最大化来解最优定价决策



四、基准NK模型：引入价格粘性

第二步，利润最大化来解最优定价决策

因此，我们可以将中间产品企业的最优定价写成

$$P_{i,t}^* = \frac{\xi}{\xi - 1} \frac{M_{1,t}}{M_{2,t}} \quad (4.51)$$



四、基准NK模型：引入价格粘性

接下来，我们来处理总价格表达式中的异质性问题。根据Calvo（1983）定价，有 $1 - \theta$ 比例的中间厂商会调整到相同的最优价格 P_t^* 。另外 θ 比例的中间厂商仍保持前一期价格水平。因此，结合一般价格水平,得到

$$P_t = \left(\int_{1-\theta}^1 P_{i,t-1}^{1-\xi} di + \int_0^{1-\theta} P_t^{*1-\xi} di \right)^{\frac{1}{1-\xi}}$$



四、基准NK模型：引入价格粘性



四、基准NK模型：引入价格粘性

最后我们可以得到一般价格水平的演化方程

$$P_t^{1-\xi} = (1-\theta)P_t^{*1-\xi} + \theta P_{t-1}^{1-\xi} \quad (4.52)$$

用通胀来代替上式，得到

$$(1+\pi_t)^{1-\epsilon} = (1-\phi)(1+\pi_t^{\#})^{1-\epsilon} + \phi$$



四、基准NK模型：引入价格粘性

3、央行

假设货币政策采取数量规则，且货币供给的增长率遵循下列 AR(1) 过程

$$\Delta \ln M_t = (1 - \rho_m)\pi + \rho_m \Delta \ln M_{t-1} + \varepsilon_{m,t} \quad (13)$$

货币增长率等于稳态通货膨胀 π 。



四、基准NK模型：引入价格粘性

4、加总条件

$$L_t = \int_0^1 L_{i,t} di = (1 - \alpha) MC_t \frac{\int_0^1 Y_{i,t} di}{W_t} \quad (4.53)$$

$$K_t = \int_0^1 K_{i,t} di = \alpha MC_t \frac{\int_0^1 Y_{i,t} di}{R_t} \quad (4.54)$$

$$MC_t = \frac{1}{A_t} \left(\frac{1}{\alpha} \right)^\alpha \left(\frac{1}{1 - \alpha} \right)^{1 - \alpha} R_t^\alpha W_t^{1 - \alpha} \quad (4.55)$$



四、基准NK模型：引入价格粘性

4、加总条件

将生产函数与中间产品需求函数结合，得到

$$Y_{j,t} = \left(\frac{P_t}{P_{j,t}} \right)^\xi Y_t = A_t K_{i,t}^\alpha L_{i,t}^{1-\alpha}$$

将上式两边积分，得到

$$\int_0^1 \left(\frac{P_t}{P_{j,t}} \right)^\xi Y_t di = \int_0^1 A_t K_{i,t}^\alpha L_{i,t}^{1-\alpha} di$$

$$\int_0^1 \left(\frac{P_t}{P_{j,t}} \right)^\xi di = v_t^p$$

$$Y_t \int_0^1 \left(\frac{P_t}{P_{j,t}} \right)^\xi di = A_t K_t^\alpha L_t^{1-\alpha}$$



四、基准NK模型：引入价格粘性

4、加总条件

而且可以得到，价格扩散程度的表达式

$$v_t^p = (1 - \phi)(1 + \pi_t^\#)^{-\epsilon}(1 + \pi_t)^\epsilon + (1 + \pi_t)^\epsilon \phi v_{t-1}^p \quad (34)$$

$$Y_t = C_t + I_t$$



四、三方程NK模型

5、模型简化

忽略掉资本要素，在效用函数中引入现金 M 。



5、模型简化

$$C_t^{-\sigma} = \beta E_t C_{t+1}^{-\sigma} (1 + i_t)(1 + \pi_{t+1})^{-1} \quad (39)$$

$$\psi N_t^\eta = C_t^{-\sigma} w_t \quad (40)$$

$$m_t = \theta \frac{1 + i_t}{i_t} C_t^\alpha \quad (41)$$

$$m c_t = \frac{w_t}{A_t} \quad (42)$$

$$C_t = Y_t \quad (43)$$

$$Y_t = \frac{A_t N_t}{v_t^p} \quad (44)$$

$$v_t^p = (1 - \phi)(1 + \pi_t^\#)^{-\epsilon}(1 + \pi_t)^\epsilon + (1 + \pi_t)^\epsilon \phi v_{t-1}^p \quad (45)$$

$$(1 + \pi_t)^{1-\epsilon} = (1 - \phi)(1 + \pi_t^\#)^{1-\epsilon} + \phi \quad (46)$$

$$1 + \pi_t^\# = \frac{\epsilon}{\epsilon - 1} (1 + \pi_t) \frac{x_{1,t}}{x_{2,t}} \quad (47)$$

$$x_{1,t} = C_t^{-\sigma} m c_t Y_t + \phi \beta E_t (1 + \pi_{t+1})^\epsilon x_{1,t+1} \quad (48)$$

$$x_{2,t} = C_t^\sigma Y_t + \phi \beta E_t (1 + \pi_{t+1})^{\epsilon-1} x_{2,t+1} \quad (49)$$

$$\ln A_t = \rho_\alpha \ln A_{t-1} + \varepsilon_{\alpha,t} \quad (50)$$

$$\Delta \ln m_t = (1 - \rho_m) \pi - \pi_t + \rho_m \Delta \ln m_{t-1} + \rho_m \pi_{t-1} + \varepsilon_{m,t} \quad (51)$$

$$\Delta \ln m_t = \ln m_t - \ln m_{t-1}$$

仍然是 14 个方程，14 个内生变量，2 个冲击。



四、三方程NK模型

5、模型

(2) 然后，分别对数线性化劳动需求函数、生产函数、价格分散程度、通胀演化方程、劳动供给方程、最优定价方程等，结合这些对数线性化表达式，得到：

其中

$$\tilde{\pi}_t = \frac{(1-\phi)(1-\phi\beta)}{\phi} \tilde{mc}_t + \beta E_t \tilde{\pi}_{t+1}$$

上述表达式称为“新凯恩斯主义菲利普斯曲线（NKPC）”。这个表达式也是前看行为，且表达出了边际成本与通胀之间的关系。通常，还可以利用边际成本与产出缺口之间的关系，把 NKPC 表达成：

其中

$$\tilde{\pi}_t = \frac{(1-\phi)(1-\phi\beta)}{\phi} (\sigma + \eta)(\tilde{Y}_t - \tilde{Y}_t^f) + \beta E_t \tilde{\pi}_{t+1}$$

支出需求与实际利率成负向关系。而且这个方程也新在“前看行为”：当前支出不仅依赖于通胀预期，还依赖于未来支出的预期。



四、三方程NK模型

5、模型简化

(3) 把 Taylor 规则设定为：

度、 $i_t = (1 - \rho_i)i + \rho_i i_{t-1} + (1 - \rho_i)(\phi_\pi(\pi_t - \pi) + \phi_x(\ln X_t - \ln X)) + \varepsilon_{i,t}$ 呈

化表其中 X 是产出缺口。对数线性化 Taylor 规则：

$$\tilde{i}_t = \rho_i \tilde{i}_{t-1} + (1 - \rho_i)(\phi_\pi \tilde{\pi}_t + \phi_x \tilde{X}_t) + \varepsilon_{i,t}$$

上述表达式称为“新凯恩斯主义菲利普斯曲线（NKPC）”。这个表达式也是前看行为，且表达出了边际成本与通胀之间的关系。通常，还可以利用边际成本与产出缺口之间的关系，把 NKPC 表达成：

$$\tilde{\pi}_t = \frac{(1 - \phi)(1 - \phi\beta)}{\phi}(\sigma + \eta)(\tilde{Y}_t - \tilde{Y}_t^f) + \beta E_t \tilde{\pi}_{t+1}$$



四、三方程NK模型

5、模型简化

(3) 把 Taylor 规则设定为:

$$i_t = (1 - \rho_i)i + \rho_i i_{t-1} + (1 - \rho_i)(\phi_\pi(\pi_t - \pi) + \phi_x(\ln X_t - \ln X)) + \varepsilon_{i,t}$$

其中 X 是产出缺口。对数线性化 Taylor 规则:

$$\tilde{i}_t = \rho_i \tilde{i}_{t-1} + (1 - \rho_i)(\phi_\pi \tilde{\pi}_t + \phi_x \tilde{X}_t) + \varepsilon_{i,t}$$



DSGE的发展演化

➤ Yun (1996)、Clarida et al. (1999) 和 Woodford (2003) 的经典NK模型。

➤ 经典NK模型满足两条性质：

(1) **费雪性质 (Fisherian property)** 是指货币政策的恒久性变化引起了通胀和名义利率1:1的变化；

(2) **后者反费雪性质 (anti-Fisherian property)** 是指货币政策的暂时性变化引起了名义利率和通胀的反方向变化 (Christiano et al., 2018)。



DSGE的发展演化

➤经济机制：

(1) 费希尔性质很直观：NK框架的内核是RBC；

(2) 反费希尔性质比较直观：企业基于当前和未来边际成本设定价格。相对来说，暂时性货币政策冲击不影响未来的经济状态，因此，实际通胀几乎不受影响。

➤需求端传导机制：紧缩货币政策→名义利率上升→实际利率上升→当期消费减少→通胀下降；

➤供给端传导机制：劳动收入下降→当期消费和就业下降→工资和边际成本下降→通胀下降。



DSGE的发展演化

►两个重要的政策含义：

第一，货币政策的外生变化不仅仅对名义变量有影响，还会对实际变量产生重要效应；

第二，经济对任何冲击的均衡响应都不可能独立于货币政策规则，即为不同规则的货币政策分析打开了大门（Gali, 2018）。



DSGE的发展演化

➤三方方程NK模型形式:

- **动态IS方程**。线性化的代数方程为

$$\tilde{x}_t = E_t \tilde{x}_{t+1} - \sigma^{-1}(i_t - E_t \pi_{t+1} - r_t^n)$$

其中, \tilde{x}_t 表示产出缺口, 即对数产出 y_t 与对数潜在产出 y_t^n 之差; i_t 表示名义利率; π_t 表示通胀率; r_t^n 表示自然利率。

- **新凯恩斯主义菲利普斯曲线 (NKPC)**

$$\pi_t = \beta E_t \pi_{t+1} + \kappa \tilde{x}_t$$

- **货币政策-泰勒规则 (Taylor, 1993)**

$$i_t = \phi_\pi \pi_t + \phi_x \tilde{x}_t + \varepsilon_{i,t}$$

其中, ε_i 表示外生的货币政策冲击, 一般遵循AR(1)过程。



DSGE的发展演化

- 可以清晰地看出：

第一，货币政策冲击确实有实际效应，即外生的紧缩货币政策（ $\varepsilon_{i,t}$ 上升）会使得名义和实际利率都升高，从而抑制产出和通胀，但长期自然率不受影响；

第二，货币非中性还表现在当产出对非货币冲击（ y_t^n 或 r_t^n 的冲击）的响应依赖于央行采取的货币政策规则；

第三，当央行调整利率对通胀和产出缺口足够敏感时，经济会出现唯一均衡，否则就会出现局部不确定性。



四、基准NK模型

5、定量结果



五、最优政策

1、最优财政政策

模型：第三部分的财政政策DSGE模型



五、最优政策

2、最优货币政策

模型：第四部分的NK模型



DSGE的发展演化

- 另一个非常有趣的政策问题就是最优货币政策，即最大化代表性家庭福利的政策。在NK模型中，应该考虑到福利损失的三个来源：
- 一是产出与其有效水平之间缺口的波动；
- 二是通胀波动，由此而产生资源错配；
- 三是由于实际扭曲导致的稳态产出水平本身是无效率的低水平。



三、DSGE的发展演化

➤ 神迹（**Divine Coincidence**）

- 如果福利损失只有前两种来源。这种情况下，最优政策要求通胀完全稳定在零处。
- 那么，NKPC就意味着这种通胀目标的政策会自动实现产出缺口为零，即 Blanchard and Gali(2007)所称的“神迹（**Divine Coincidence**）”——通胀与产出之间并没有取舍关系。央行稳定通胀的政策也会消除产出缺口。
- 这时，经济实现最优配置。



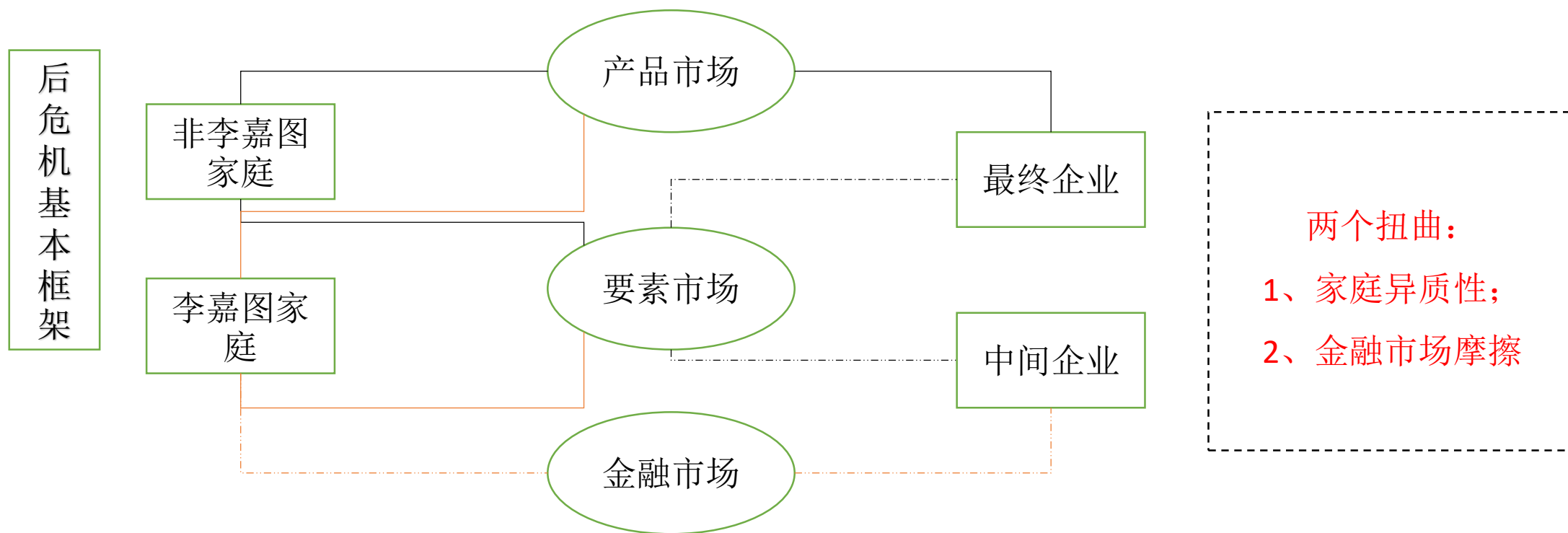
三、DSGE的发展演化

- 难道NK的“神迹（**Divine Coincidence**）”打败了其他模型？
- 还有经验贡献：在RBC的基础上，NK模型拟合了十几个宏观经济变量的动态特征，例如CEE（2005）、SW（2007）等。
- 所以美联储开始使用DSGE来进行政策分析与预测。其他国家的央行和国际机构也陆续开始使用。



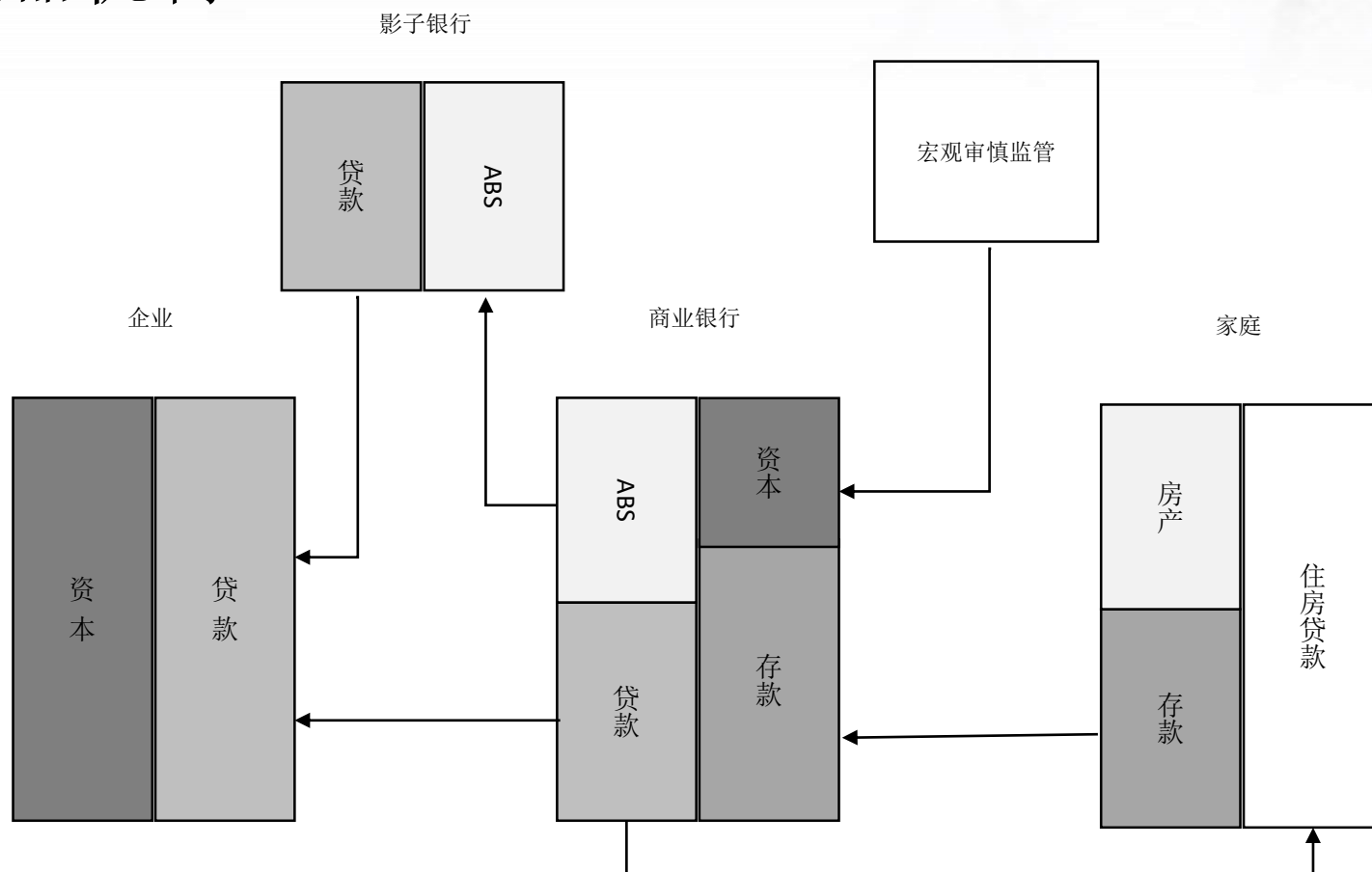
DSGE的发展演化

3.3 后危机时代：NK+异质性（HANK）+金融因素？





• 金融加速器机制





六、经验与注意事项：金融摩擦

家庭最优条件

$$\frac{1}{c_t} = \frac{\gamma}{d_t} + \beta E_t \frac{1 + r_t^d}{c_{t+1}}$$
$$h_t l_t^\varphi = \frac{w_t}{c_t}$$

4.1 模型的均衡系统

$$y_t = a_t k_{t-1}^\alpha l_t^{1-\alpha}$$
$$r_t^k = \alpha a_t k_{t-1}^{\alpha-1} l_t^{1-\alpha}$$
$$w_t = (1 - \alpha) a_t k_{t-1}^\alpha l_t^{-\alpha}$$
$$k_t = m_t^c + m_t^s$$

企业：
1、生产函数；
2、要素需求函数；
3、资本来源方程



六、经验与注意事项：金融摩擦

影子银行：
1、ABS发行成本；
2、最优条件

$$m_t^s = (1 - \kappa)ABS_t$$

$$(1 - \kappa)E_t(1 + r_{t+1}^k - \delta) = 1 + r_t^a$$

商业银行资产负债表

$$m_t^c + ABS_t = d_t + n_t$$

资本充足率监管

$$n_t = \bar{\omega}m_t^c$$

$$\omega_t = \bar{\omega}^{1-\rho_\omega} \omega_{t-1}^{\rho_\omega} \left(\frac{i_t/i_{t-1}}{gdp_t/gdp_{t-1}} \right)^{\psi(1-\rho_\omega)} e^{\varepsilon_{\omega,t}}$$

商业银行的实际摩擦

$$\mathcal{C}(g_t) = -p_1 \ln(1 + p_2 g_t)$$

$$\mathcal{F}\left(\frac{ABS_t}{m_t^c}\right) = \frac{\phi}{2} \left(\frac{ABS_t}{m_t^c} - \frac{ABS}{m^c} \right)^2$$

$$1 + \mathcal{C}' = E_t \beta \frac{c_t}{c_{t+1}} (1 + r_t^d)$$

$$(1 + s_t) + (1 - \omega_t)\mathcal{C}' - \mathcal{F}' \frac{ABS_t}{(m_t^c)^2} = E_t \beta \frac{c_t}{c_{t+1}} (1 + r_{t+1}^k - \delta)$$

商业银行的最优条件

$$1 + \mathcal{C}' + \mathcal{F}' \frac{1}{m_t^c} = E_t \beta \frac{c_t}{c_{t+1}} (1 - \mathcal{P}_{t+1})(1 + r_t^a)$$



六、经验与注意事项：金融摩擦

外生冲击

$$s_t = \rho_s s_{t-1} + \varepsilon_{s,t}$$

$$\mathcal{P}_t = \rho_p \mathcal{P}_{t-1} + \varepsilon_{p,t}$$

$$\ln a_t = \rho_a \ln a_{t-1} + \varepsilon_{a,t}$$

$$h_t = h^{1-\rho_h} h_{t-1}^{\rho_h} e^{\varepsilon_{h,t}}$$

经济总资源约束—
—市场出清条件

$$y_t = c_t + i_t + \mathcal{C}(g_t) + \mathcal{F}\left(\frac{ABS_t}{m_t^c}\right) + s_t m_t^c + \kappa ABS_t$$

$$gdp_t = c_t + i_t$$

$$share_t = \frac{m_t^s}{k_t}$$

$$leverage_t = \frac{(m_t^c + ABS_t)}{n_t}$$

感兴趣的变量定义：

- 1、gdp;
- 2、影子银行份额;
- 3、杠杆



六、经验与注意事项：金融摩擦

• 6.2 数据

(1) 按使用目的分：校准数据和估计数据

➤ **校准数据**是那些用于计算某（个）些宏观变量在样本期内的均值或二阶矩，并将数据矩视为这些宏观变量的长期稳态值；

➤ **估计数据**是用于DSGE参数估计的观测数据；

● 注意事项：I. 选取那些感兴趣的宏观变量；II. 选取测量噪音较小的变量；III. 避免选取共线性的变量，例如 $Y=C+I$ 中不能同时选取三个宏观序列数据等。



六、经验与注意事项：金融摩擦

(2) 数据处理

- **季节调整**：一定要保证数据进行了季节调整；
- **去趋势**，带趋势的数据一定要先去趋势，方法有滤波法、对数差分法等；
- **注意事项**：不要使用双边HP滤波和BK滤波，要么使用单边HP滤波，要么使用对数差分。
- **去均值**，如果使用对数差分法去趋势，那么，还要对数据进行去均值。



六、经验与注意事项：金融摩擦

• 6.3 参数校准与估计

根据Del Negro & Schorfheide（2008）、Herbst & Schorfheide（2015）对模型参数类型的划分，参数集分成以下三类：

- （1）第一类参数是影响内生变量稳态值的参数集。这类参数需要校准，但尽量使用前面计算出的特定宏观变量的稳态值来校准这类参数；
- （2）第二类为校准参数也影响内生变量稳态值，这类参数在模型中难以估计，且难以用宏观变量数据矩来进行校准，因此利用前人研究成果来校准；



六、经验与注意事项：金融摩擦

参数	含义	校准值	目标
第一类参数			
α	资本份额参数	0.50	劳动收入份额
δ	资本折旧率	0.08	固定资产投资占比
h	劳动负效用参数	42.06	劳动投入
γ	存款效用参数	1.29	影子银行份额
$\bar{\omega}$	资本充足率	0.125	资本充足率
β	贴现率	0.78	存款利率的稳态值 $r^d = 0$
p_1	惩罚函数参数	47.61	资本缺口的稳态值 $g=0$
κ	ABS单位发行成本	0.03	利率差均值为0.035
第二类参数			
φ	劳动供给弹性	3	王君斌和王文甫（2010）
p_2	银行超额资本成本参数	0.0046	Feve and Pierrard（2017）



六、经验与注意事项：金融摩擦

(3) 第三类为估计参数，这类参数最显著的特征就是不影响内生变量的稳态值，通常为冲击（shocks）的自回归系数和政策反应系数。

Herbst & Schorfheide（2015）指出，外生过程常常不可观测，因此，其先验分布最难设定。但他们建议根据参数定义域来选择分布。例如，如果参数定义域为实数，先验分布可以选择正态分布。如果参数定义域为有界区间，先验分布可以选择贝塔分布。如果参数定义域为非负，先验分布可以选择逆伽马分布，例如冲击的标准差。



六、经验与注意事项：金融摩擦

• 6.3 Dynare编程

```
1 % 该mod文件用于许文立、郭衿沂、许坤（2018）：宏观审慎政策的中国方案
2
3 % Copyright (C) 2018 许文立、郭衿沂、许坤
4
5 %基准模型
6
7 %声明内生变量
8
9 var c d rd h l w y a k rk m_c m_s A_B_S ra n omega i gdp g s p HC HF spread leverage ss gdp_obs c_obs
10
11 varexo e_h e_a e_omega e_s e_p;
12
13 parameters rho_h rho_a rho_omega FI phi rho_s rho_p b i_gdp_ss l_ss psi alfa omega_hat spread_ss rd_s
14
15 load param_mp;
16
```

声明内生
变量

声明外生
变量

声明参数



六、经验与注意事项：金融摩擦

模型模块

```
41 model;
42
43 1/c=gamma/d+beta*(1+rd)/c(1);    %欧拉方程(1)
44
45 h*l^psi=w/c;    %劳动供给方程(2)
46
105 ss_obs=ss-steady_state(ss);
106
107 end;
108
109
110 steady_state_model;
111
112 l=l_ss;
113 rd=0;
114 spread=spread_ss;
```

声明稳态
Or
用initval;



六、经验与注意事项：金融摩擦

模型检查
与诊断

```
145 steady;  
146 check;  
147 diagnostics;
```

声明冲击

```
148  
149 shocks;  
150 var e_omega; stderr 0.01;  
151 var e_a; stderr 0.01;  
152 var e_h; stderr 0.01;  
153 var e_s; stderr 0.01;  
154 var e_p; stderr 0.01;  
155 end;
```

估计参数

```
156  
157 estimated_params;  
158  
159 FI, normal_pdf, 0.6962, 0.02;
```

需要特别提醒：在进行参数估计前，一定要先用 ***stoch_simul*** 命令 **run** 一遍。确保能运行，在运行估计命令



六、经验与注意事项：金融摩擦

```
174 varobs gdp_obs c_obs l_obs ss_obs spread_obs;  
175  
176  
177 estimation(mh_jscale=0.33,  
178           mode_compute=6,  
179           datafile=mp_estimation_data2,  
180           mh_nblocks=2,  
181           mode_check,  
182           diffuse_filter,  
183           mh_replic=2000,  
184           mh_drop=0.25,  
185           plot_priors=1);  
186
```

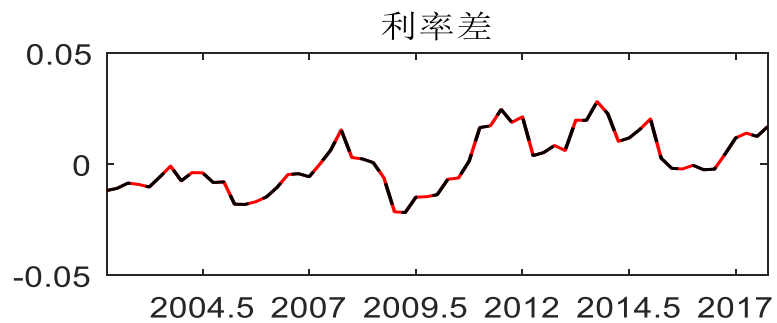
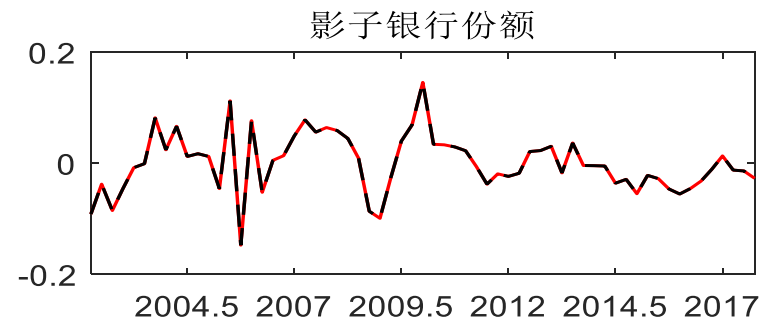
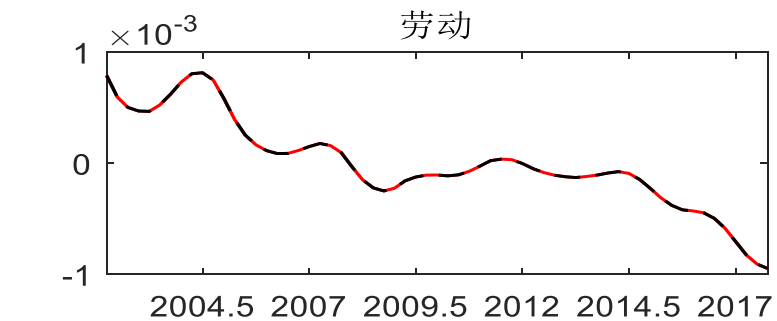
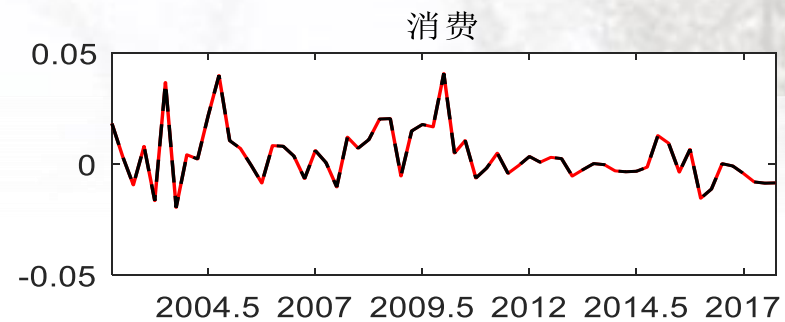
声明观测
值

估计命令

模的计算方法：先用**6**，如果得到结果，将估计参数用于上述参数值部分，然后用**9**或者其他算法。



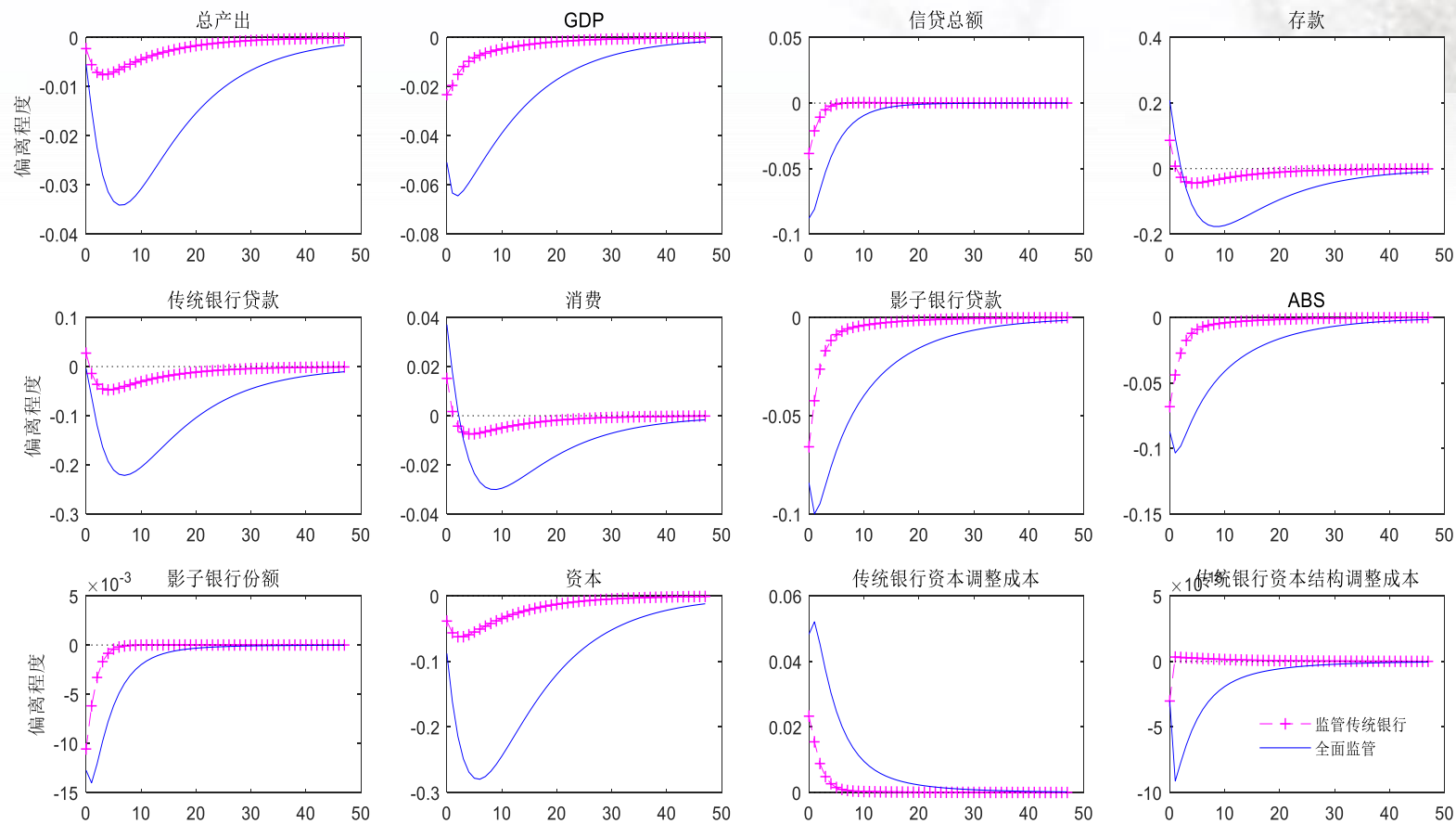
结果



— 模型模拟值
- - - 实际观测值



结果





七、学习资料

- 香樟经济学术圈（周日组）
- 宏观经济研学会（DSGE建模与编程汇总）
- 百度网盘：<https://pan.baidu.com/s/1qwOdFc0zlGcQoC0KRllkCA>
- 前文涉及到的所有参考文献均在我们的《DSGE模型的演化：前世今生》中。



• 谢谢各位！