



高级宏观经济学讲义

MATLAB 与 Dynare 实践

作者：孙宁华 & 付大利

组织：南京大学经济系

时间：Dec 15, 2023

版本：0.2

自定义：信息



源泉混混，不舍昼夜，盈科而进，放乎四海。——《孟子·离娄下》

目录

第一章 Dynre 介绍	1
1.1 Dynare 介绍	1
1.1.1 Dynare 基本介绍 (why Dynare)	1
1.1.2 工作原理	2
1.1.3 可以用来做什么?	3
1.1.4 在线学习资源	5
1.2 DSGE 环境配置	6
第二章 手动求解 DSGE	7
2.1 BK 方法求解 RBC	7
2.2 VFI 的方法求解随机与确定性问题	7
2.3 CIA	7
2.4 MIU	7
第三章 MATLAB 介绍	8
3.1 基本命令与运算	8
3.2 可视化: 作图	10
3.3 编程: 函数与脚本	11
第四章 宏观定量研究的写作与分享	16
4.1 宏观学术论文写作经验	16
4.1.1 标准宏观论文结构	16
4.1.1.1 Introduction	16
4.1.1.2 stylized facts	17
4.1.2 制度背景	17
4.1.2.1 文献回顾	17
4.1.2.2 theory/model, quantitative, policy/counterfactual analysis	18
4.1.2.3 conclusion	18
4.1.2.4 appendix/online appendix	19
4.1.3 各部分写作与技术经验	19
4.1.4 琐碎但总要的事项	19
4.1.5 关于研究的一些想法	19
第五章 Dynare 实践	21
5.1 Dynare 介绍	21

5.2 DSGE 环境配置	21
5.3 Dynare 的五类求解问题：从新古典增长模型到 RBC	23
5.3.1 求稳态解	26
5.3.2 求任意演化路径	27
5.3.3 求内生变量微小变化的演化路径（求得稳态后）	29
5.3.4 求从一个稳态到另一个稳态的演化路径（需先将 A 外生化）	30
5.3.5 求外生变量扰动后的变化路径（需先将 A 外生化）	32
5.4 基准 RBC	35
5.4.1 RBC	35
5.4.2 Dynare 源码	45
5.4.3 结果解读	46
5.5 劳动不可分性 HANSEN1985	50
5.6 MIU	56
5.7 经典论文复现	65
5.8 未来研究展望	65
参考文献	66
附录 A 写在最后	67

第一章 Dynre 介绍¹

1.1 Dynare 介绍

1.1.1 Dynare 基本介绍 (why Dynare)

Dynare 的理想——构建整个世界的宏观经济学模型

DSGE 求解软件

MATLAB、R、GAUSS、mathematica、C

Python、Julia、Fortran

DSGE 的一般建模平台有 Dynare、gEcon、IRIS 等等。

Team

The Dynare project is hosted at [CEPREMAP](#), 48 boulevard Jourdan, 75014 Paris, France. Development is undertaken by a core team of researchers who devote part of their time to software development.



Stéphane Adjemian
Université du Maine



Houtan Bastani
CEPREMAP



Michel Juillard
Banque de France



Sumudu Kankanamge
Toulouse School of
Economics



Frédéric Karamé
Université du Maine



Dóra Kocsis
CEPREMAP



Junior Maih
Norges Bank



Ferhat Mihoubi
Université Paris-Est
Créteil



Willi Mutschler
University of Münster



Johannes Pfeifer
University of Cologne



Marco Ratto
EC Joint Research
Centre



Sébastien Villemot
CEPREMAP

最初创建者：Michel Juillard (Paris, France)

目前维护团队：

1. Stéphane Adjemian <stephane.adjemian@univ-lemans.fr>
2. Houtan Bastani <houtan@dynare.org>
3. Michel Juillard <michel.juillard@mjuj.fr>
4. Frederic Karame <frederic.karame@univ-lemans.fr>
5. Junior Maih <junior.maih@gmail.com>
6. Ferhat Mihoubi <ferhat.mihoubi@cepremap.org>

¹主要参考李晨扬、周磊、沈杰等人制作的 slides 以及 Torres(2015)

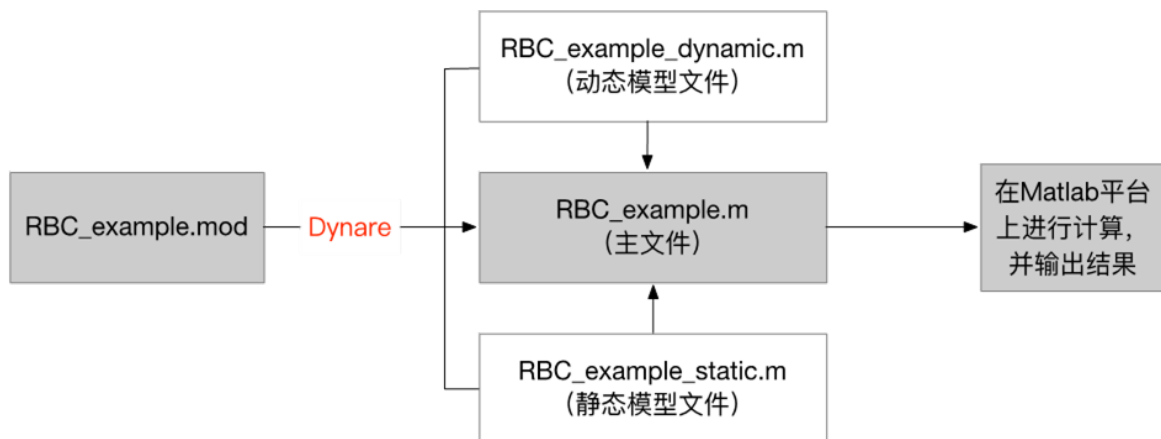
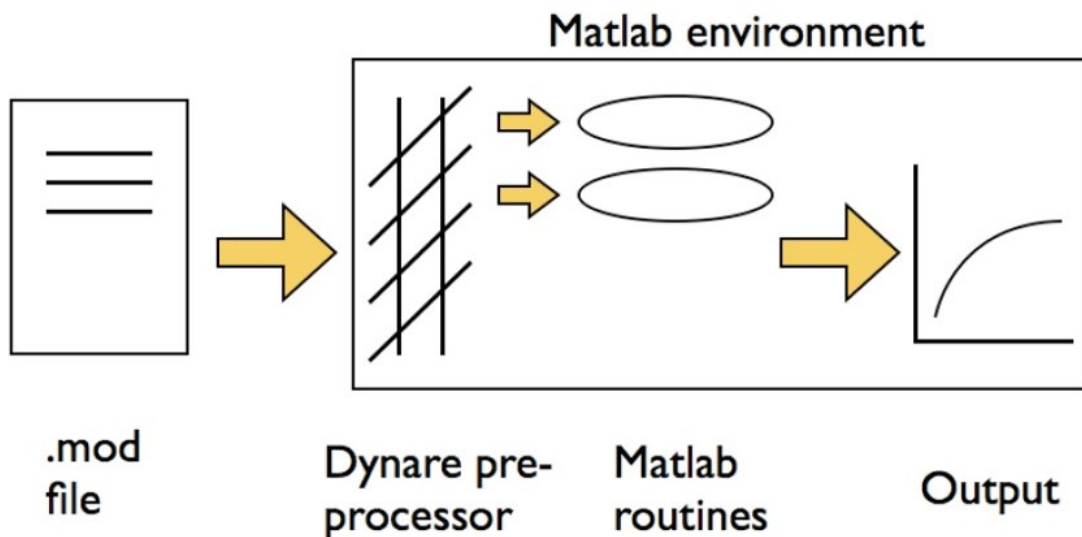
7. George Perendia <george@perendia.orangehome.co.uk>
8. Johannes Pfeifer <jpfeifer@gmx.de>
9. Marco Ratto <marco.ratto@jrc.ec.europa.eu>
10. Sebastien Villemot <sebastien@dynare.org>

1.1.2 工作原理

- 一个预处理机使用非常简洁的语言将复杂的经济学模型转化为计算机程序。
- 一个 M 文件的集合 Dynare 的底层代码均由 Matlab 的 m 文件 (函数文件) 构成, 极大简化了繁琐的编程工作。
- 一个开源的傻瓜软件编写模型文件 (XXX.mod), 输入 dynare XXX.mod 指令, 两步即可进行计算和模拟。

在 Dynare 工具出现之前, 对于 DSGE 的求解较为复杂:

参考 Harald Uhlig (1997) 及案例代码



1.1.3 可以用来做什么？

- 计算出模型的稳态值
- 计算确定性模型的解
- 计算随机模型的一阶和二阶近似值
- 利用最大似然法或者贝叶斯方法估计 DSGE 模型的参数估计
- 计算二次线性模型的最优策略
- 作出模型在不同冲击情况下的脉冲响应图

反事实推断与政策模拟

不仅可以用于解决 DSGE 问题，DGE，CGE 同样可以解决
不仅可以用于研究周期波动也可以研究经济增长问题

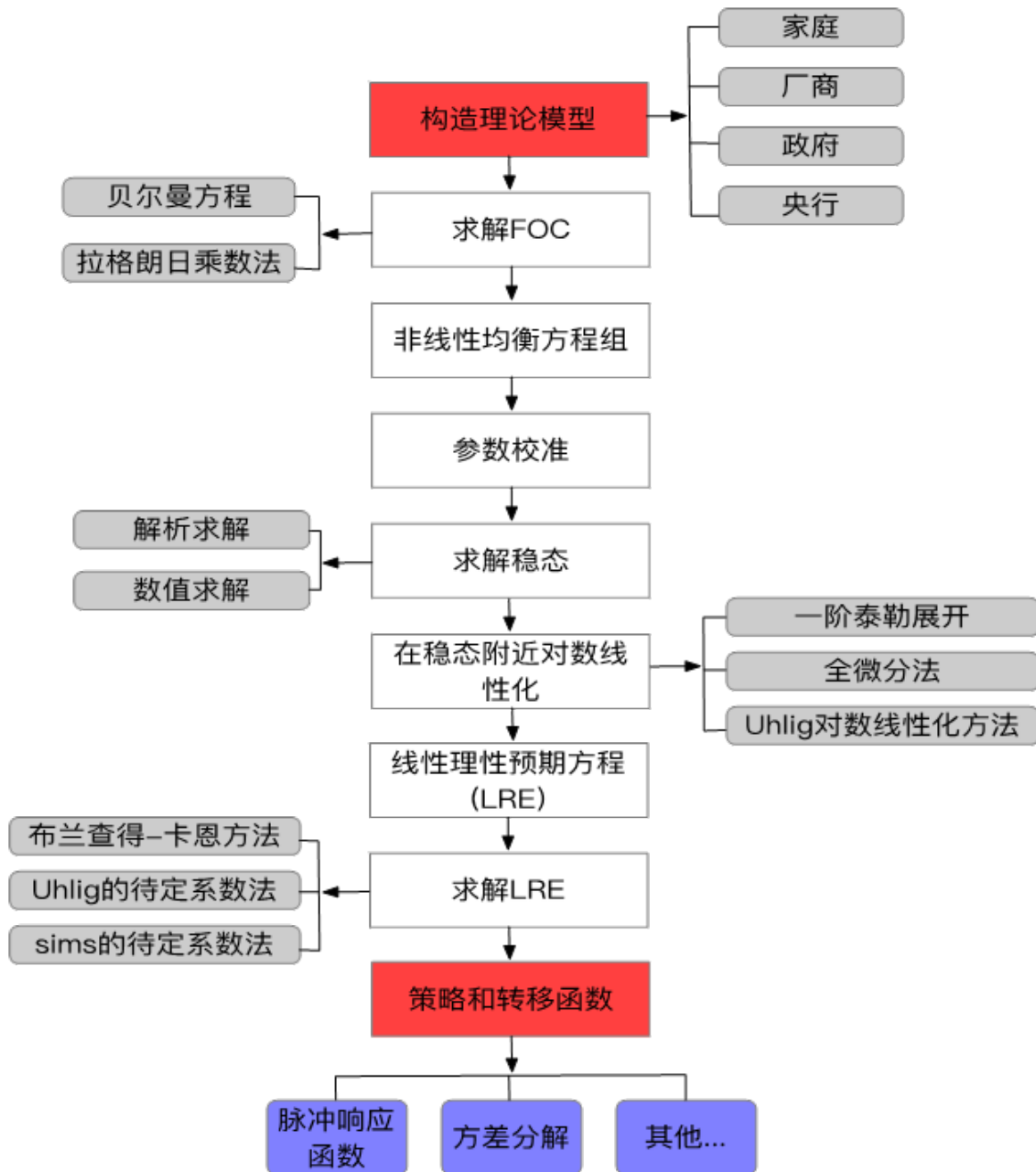


图 1.1: DSGE 建模和求解的技术流程

1.1.4 在线学习资源

- MMB、Dynare 论坛 <http://www.dynare.org>,
- 微信公众号（宏观经济研学会，东周宏观，周潮学习 DSGE 的 Notes 系列等等）
- Bilibili, YouTube
- 大牛网站
 - Johannes Pfeifer
 - Karel Mertens（康奈尔）
 - Eric Sims
 - 兰弘
 - 许志伟
- Top 期刊
 - AER、ECTA、JPE、QJE、RES
 - AEJ、JME、RED、JEDC、EJ、EER et.al
- 经典的文献阅读
 - SW 模型 NK 模型 BGG 模型等
- 经典教材：见参考文献

1.2 DSGE 环境配置

MATLAB + Dynare PLUS (LATEX)

1. 下载并安装 Matlab（如版本 Matlab R2015a），下载并安装 Dynare（如版本 Dynare 4.4.3）
2. 打开 matlab 在命令窗口配置路径

```
1
2 addpath d:\4.5.1\matlab           %将dynare加载到matlab中
3 Mkdir d:\4.5.1\matlab\filename  %建立目录
4 cd d:\4.5.1\matlab\filename     %覆盖目录
5
6 >> addpath d:\dynare\4.4.3\matlab
7 >> cd d:\dynare\4.4.3\modelexercise
8
9 mac版本
10 addpath /Applications/Dynare/4.5.7/matlab（添加路径）
11 cd /applications/Dynare/4.5.7/examples（导入当前工作目录）
12 注：每次打开Matlab时需重新输入以上两个指令
```

注意：关于 Mac 版本的测试并未进行，因此，使用 Mac 的同学可以参考 Dynare 手册进行相应学习

本模板测试环境为

1. Win10 + TeX Live 2022;
2. MATLAB R2020b+ Dynare 5.2.0;

第二章 手动求解 DSGE

几种算法的介绍：

使用 BK 方法求解 RBC

使用 VFI 的方法求解随机与确定性问题

待定系数法

使用 m 代码求解 CIA 与 MIU

简要介绍 Occbin 工具箱

求解 DSGE 的其他语言：Python 与 R 语言。封装好的上述算法 \mapsto gecon pydsge Dynare

2.1 BK 方法求解 RBC

Dynare 的优缺点介绍

求解的五类问题：

要展示的例子与结果解读：

RBC

NK

TANK

重要提示：要重点关注求解模型稳态之后，IRF 的生成机制是怎么样的，不同的求解算法的区别。

2.2 VFI 的方法求解随机与确定性问题

2.3 CIA

2.4 MIU

第三章 MATLAB 介绍¹

内容提要

□ 基本命令与运算

□ 编程：函数与脚本

□ 可视化与作图

教学相长，一来是自己将过往的学习内容进行一个系统梳理，二来希望能够有助于同学们入门量化宏观

3.1 基本命令与运算

矩阵创建与数据生成

常见函数命令与矩阵运算

数据处理：切片等等

学会查阅源码与使用 `help` 和 `doc` 命令

能够借助工具读懂他人的 `code`：查看源码

建立名称为 `Matlab_Intro` 的 `m` 文件

```
1 %%向量/矩阵的创建I
2 a = [1 2 3]
3 b = [1; 4]
4 A = [1, 2, 3; 4 5 6]
5 %中括号包裹，行内用空格或英文逗号分隔，行间用英文分号分隔。
6 a = 1 : 3
7 a = 1 : 0.3 : 2
8 %仅用于创建向量，且为行向量。
9 %英文冒号分隔，默认步长为1，也可自定义步长。
10 %向量的最后一个元素不一定是终止值。
11 a = linspace (1, 3, 3)
12 a = rand (2, 3)
13 %部分创建向量/矩阵的函数及其关键词列表如下，可通过help或doc指
14 %令查看具体功能。
15 linspace 线性向量 logspace 对数向量
16 zeros 全0      ones 全1
17 eye 单位      diag 对角
18 rand 均匀随机  randn 正态随机
```

¹本部分主要参考华东师范大学数学科学学院 [<http://m.math.ecnu.edu.cn/jypan>] 与李晨扬制作的 slides

```
19 randi 整数随机    magic 幻方
20 更多信息参见help elmat。
21 %%由其他向量/矩阵组合
22 A = [linspace(1,10,4); logspace(0,1,4)]
23 a = 1 : 3;
24 b = [4; 7];
25 c = [5, 6; 8 9];
26 B = [a; b, c]
27 %%切片操作, MATLAB是按列读取矩阵元素的。
28 A = [1 2 3; 4 5 6; 7 8 9];
29 A(1, 3)
30 A(2, :)
31 A(:, 2)
32 A([1 , 3], 1 : 2)
33 A(:)
34 A(7)
35 %% 矩阵的运算
36 % 矩阵乘法要求两边矩阵的行列匹配。
37 % 带点号的运算符号为对应位置元素运算, 要求两边矩阵规模一致。
38 %区分左除和右除主要是因为除数可能为矩阵, 上述例子分别等价于A右乘B逆和A左乘B逆。
39 a = [1 2];
40 b = [3 4; 5 6];
41 a * b
42 b * a %会出错
43 A = [1 2; 3 4];
44 B = [5 6; 7 8];
45 A * B
46 A .* B
47 A / B
48 B \ A
49 %% 常用函数
50 x=[0:pi/4:pi];
51 A=[1,2,3; 4,5,6];
52 y1=sin(x)
53 y2=exp(A)
54 y3=sqrt(A)
55 % 函数作用在矩阵的每个分量上!
```

3.2 可视化：作图

掌握作图的基本命令与属性

图形美观的进阶：修改颜色默认设置

```

1 %% PLOT
2 co = [0  0.4470  0.7410
3 0.8500  0.3250  0.0980
4 0.9290  0.6940  0.1250
5 0.4940  0.1840  0.5560
6 0.4660  0.6740  0.1880
7 0.3010  0.7450  0.9330
8 0.6350  0.0780  0.1840];
9 co = [
10 0.6350  0.0780  0.1840];
11 set(groot,'defaultAxesColorOrder',co)

```

```

1 %% 可视化 绘制函数图像
2 x = linspace (0, 2 * pi , 100) ;
3 y1 = sin (x);
4 plot (x, y1);
5 title ('figure of sin (x)');%添加标题
6 xlabel ('x');%添加横坐标
7 ylabel ('y');%添加纵坐标
8 legend ('sin (x)');%添加图例
9
10 y2 = cos (x);
11 plot (x, y1 , '-ro ', x, y2 , '-b*');
12 y3 = log (x);
13 hold on;%保留当前绘图窗口中的图像
14 grid on;%显示网格
15 plot (x, y3 , '-mx ');
16 % 更多信息参见doc plot。

```

标记属性

线型	点标记	颜色
- 实线	. 点	r 红色
-- 虚线	o 圆圈	g 绿色
: 点虚线	x 叉号	b 蓝色
-. 点划线	+ 十字	c 青色
	* 星号	m 洋红
	d 菱形	y 黄色
	s 正方形	k 黑色
	^v<> 三角形	w 白色

3.3 编程：函数与脚本

建立一个简单的匿名函数，并且作图。匿名函数是针对较短的函数而设计的，可以避免编写函数文件。

```

1  isPrime(1)
2  f = @(x, y) x^2 + y^2;
3  y = f(2, 3)
4  f = @(x) cos(x) .* sin(x) + 1;
5  x = 0 : pi / 20 : pi; %x从0到 pi 间隔20, 共21个点
6  y = f(x);
7  plot(x, y, 'ro -');
8  % *注意区分实际变量和函数的参数*。
9
10 % 根据函数表达式自动绘图
11 f = @(x) cos(x) .* sin(x) + 1;
12 fplot(f);
13 fplot(f, 'b-*') % 指定曲线性质: 点、线、颜色
14 fplot(f, 'b-*', [-5, 1]) % 指定绘图区间

```

函数编程：函数的主要目的是将一些相似操作的共同点提取出来，不同点通过参数的形式来体现，点击【新建】【函数】，建立一个可以验证某个正整数是否为素数的函数 isPrime。并且判断 1 是否是个素数。

isPrime.m

```

1  function isPrime = isPrime(n)
2  %isPrime 此处显示有关此函数的摘要
3  %可以验证某个正整数是否为素数的函数
4  % 此处显示详细说明
5  if (n == 1)

```

```

6  isPrime = 0;
7  return ;
8  else
9  for k = 2 : n - 1
10     if (mod (n, k) == 0)
11         isPrime = 0;
12         return;
13     end
14 end
15 end
16 isPrime = 1;
17 end

```

- 绘制变化路径图像 I
- 二维图像绘制
 1. step1. 编写 simulationPath 函数
 2. step2. 编写绘制图像的脚本
- 三维图像绘制

在福利分析与最优政策制定时会使用到

```

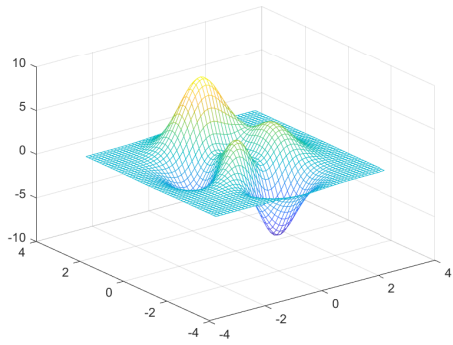
1  t=0:pi/20:10*pi;
2  x=sin(t);
3  y=cos(t);
4  z=2*t;
5  plot3(x,y,z);
6
7  [X,Y]=meshgrid(-3:1/8:3);
8  Z=peaks(X,Y);
9  mesh(X,Y,Z);%绘制三维曲面的网格图
10 doc mesh
11
12 x=-8:0.5:8; y=-8:0.5:8;
13 [X,Y]=meshgrid(x,y);
14 r=sqrt(X.^2+Y.^2)+eps;
15 Z=sin(r)./r;
16 surf(X,Y,Z);
17 doc surf %绘制三维曲面的表面图

```

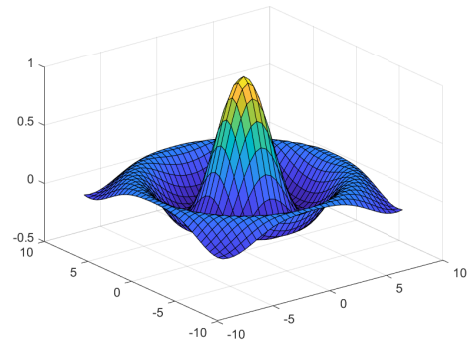
编写 simulationPath 函数和编写绘制图像的脚本 drawFigure1.m

绘制变化路径图像

首先新建函数来模拟变量的变化路径。



(a) 三维网格



(b) 三维曲面

图 3.1: 三维作图

simulationPath.m

```

1 function y = simulationPath(initialValue,limitValue, length)
2 %simulationPath 新建函数来模拟变量的变化路径
3 % 此处显示详细说明
4 % 目前我们编写的函数都只是一个输出变量，如果有多个的话可以使用[output1,output2]
5 % 输入变量
6 % 输出变量
7 x = 0 : length;
8 y = sign ( initialValue - limitValue ) ./ (x + 1 / abs( initialValue - limitValue
    )) +limitValue;
9 end

```

然后编写绘制图像脚本。

drawFigure1.m

```

1
2 x = 0 : 200;
3 k = simulationPath(-1, 0, 200);
4 c = simulationPath(-0.63, 0, 200);
5 y = simulationPath(-0.25, 0, 200);
6 n = simulationPath(0.3, 0, 200);
7 i = simulationPath(0.72, 0, 200);
8 plot(x, k, 'ks-', x, c, 'r+-', x, y, 'bd-', x, n, 'g^-', x, i, 'm^-', 'Markersize'
    , 3);
9 title('Figure 1: Transition dynamics, percentage deviations');
10 ylabel('Percent Deviations');
11 xlabel('Quarters');
12 legend('k', 'c', 'y', 'n', 'i');

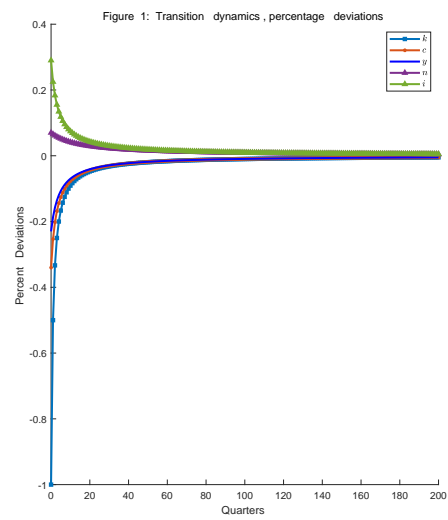
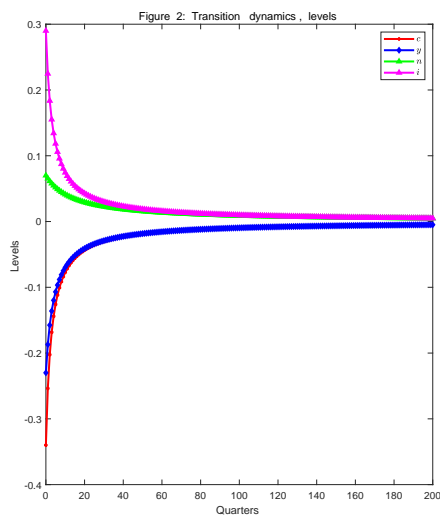
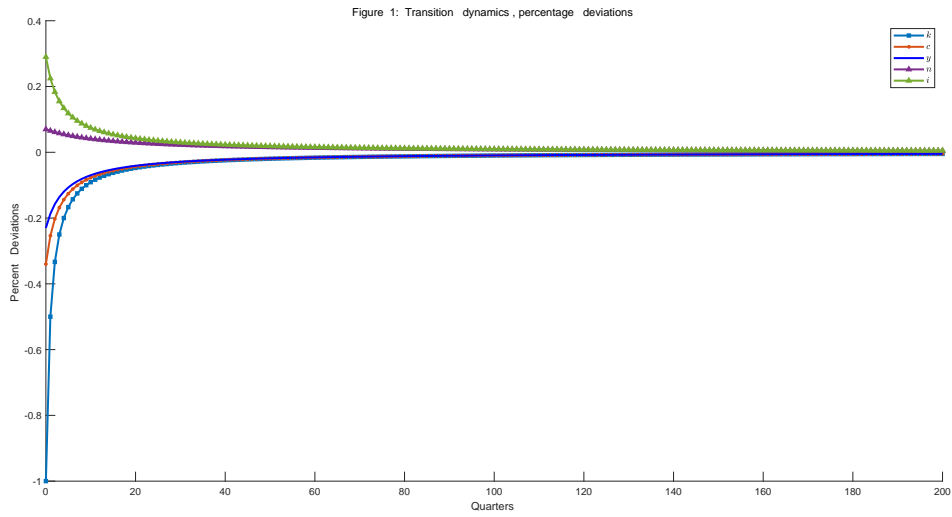
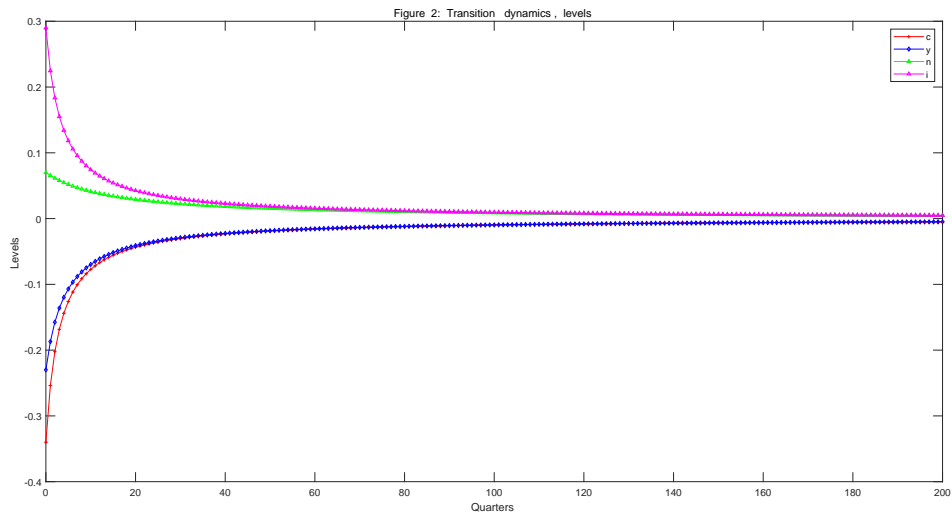
```


drawFigure2.m

```

1  x = 0 : 200;
2  c = simulationPath(0.38, 0.72, 200);
3  y = simulationPath(0.77, 1, 200);
4  n = simulationPath(0.27, 0.2, 200);
5  i = simulationPath(0.58, 0.29, 200);
6  plot(x, c, 'r+-', x, y, 'bd-', x, n, 'g^-', x, i, 'm^-', 'Markersize', 3);
7  title('Figure 2: Transition dynamics, levels');
8  ylabel('Levels');
9  xlabel('Quarters');
10 legend('c', 'y', 'n', 'i');
11
12 %合图
13 figure;
14 subplot(1,2,1);
15 plot (x, c, 'r+-', x, y, 'bd -', x, n, 'g^-', x,i, 'm^-', 'Markersize', 3,'
    Linewidth',2);
16 title ('Figure 2: Transition dynamics , levels ');
17 ylabel ('Levels ');
18 xlabel ('Quarters ');
19 legend ('$c$', '$y$', '$n$', '$i$', 'Interpreter', 'latex');
20 subplot(1,2,2);
21 plot (x, k, 's-', x, c, '+-', x, y, 'b-', x, n, '^-', x, i, '^-', 'Markersize', 3,
    'Linewidth',2);
22 title ('Figure 1: Transition dynamics , percentage deviations ');
23 ylabel ('Percent Deviations ');
24 xlabel ('Quarters ');
25 box off;
26 legend ('$k$', '$c$', '$y$', '$n$', '$i$', 'Interpreter', 'latex');

```



第四章 宏观定量研究的写作与分享¹

4.1 宏观学术论文写作经验

4.1.1 标准宏观论文结构

4.1.1.1 Introduction

- 背景、研究意义、相关文献、结果总结等标准内容之外
- 用直观易懂的方式讲清楚核心机制
- 文献部分
- 注重引用前沿（尤其年轻学者的）的研究
- 清晰阐述自己的边际贡献（不要忽视中文文献，如果有）
- 写作方面
- 如果是中国问题，最好对应到一般性理论进行阐述描述
- 用国际学者听得懂的语言讲中国故事
- 英文文章就问题谈问题，不太需要谈过多的国家政策大背景
- 多站在读者的角度思考写作
- 现实背景 & 理论背景 ⇒(提出问题)
 - 确定研究对象【概念界定】：
 - 政府债务扩张：**隐性债务**，显性债务还是总债务，**地方债务**还是中央政府的债务。
 - 资本成本的概念是什么？权益资本成本（equity payout）还是**债务资本成本**（debt payout）
- 提出问题：一系类问题
 - X 与 Y 有什么关系？ \uparrow ， \downarrow ，U，倒 U 型？
 - 作用机制是什么？
- 研究动机
- 研究内容与结论
 - 主要结论
 - 核心机制
- 边际贡献
 - 理论贡献（与一支文献对话，丰富内容）
 - 现实贡献

¹本部分参考了宏观定量研究的写作经验分享，许志伟，2022.8.25 China & World Economy 经济学英文论文写作分享会

4.1.1.2 stylized facts

4.1.2 制度背景

- 大事件的 timeline 图
- 变量时变趋势的事件
- 政府文件梳理

4.1.2.1 文献回顾

为什么要展示？ 对应于重要（且独特）的现象，并用于引用文献这一部分一定要格外谨慎，重新再筛选年轻学者

文献综述这一部分比较难写，(陆铭，2020) 是从贡献开始写的，一般还要结合本文的具体贡献来写，比如按照 * 机制路径, 研究方法, 研究视角, 研究层次 (宏、微观, 省级, 城市), 数据

1. 老龄化与经济增长的关系（可以适当扩大概念）
2. 人工智能与经济增长

文献评述突出贡献

本文与以下两支文献密切相关

1. 经济周期趋缓的相关文献
 - 经济周期的内因说
 - 经济周期的外因说
2. 文献评述
3. 与主要参考文献的不同
 -
 -

文献综述写法

1. 两支文献分别为，一支文献为，另一支文献为
2. 按照逻辑进行梳理
3. 按照时间线进行梳理 **文献综述应该要为突出自己的创新点或者理论分析服务**

highlighting importance

motivating model

identifying key transmission channel

如何展示？

传统：宏观时序 (e.g., SVAR) → 宏观变量之间动态（均衡）关系

前沿：微观实证 → 识别传导机制的微观基础

特征事实注重相关性，并不一定要求因果关系，突出“独特、新颖”

一点经验：从理论入手寻找实证线索、与实证学者跨领域合作

4.1.2.2 theory/model, quantitative, policy/counterfactual analysis

建立模型之前一定要理清理论机制，一句话表明

1. 模型基础、微观基础与部门间的关系 (图示)，主要假设
2. 核心假设、[关键参数与关键机制](#)

附录中可以添加变量说明的表格

理论模型之于宏观定量研究的作用及重要性

阐明定量结果的核心传导机制 (结构模型过于复杂 \approx black box)

定性解释特征事实

指导结构估计的识别性 (e.g., Bayesian estimation)

构建理论模型的原则: parsimonious

保留最关键假设、阐述最核心机制 (保证每一个假设不可或缺)

请重视理论的重要性

idea 的来源

连接定量宏观的实证与定量

使定量宏观研究更有深度

Quantitative model(定量/结构模型) 的主要目的

解释特征事实

定量评估政策

定量部分的写作需要注意:

清晰介绍模型各个关键部门和设置的作用 (定量上的重要性)

重视参数赋值 (校准) 或估计, 清晰阐述识别性

重视模型模拟数据与现实数据统计特征的比较

定量评估政策, 除了动态结果之外, 适当展示社会福利

结果分析, 避免“看图说话”(结合理论模型直观阐述)

4.1.2.3 conclusion

结论部分

呼应前言, 再次阐述主要工作、机制和发现

外推的相关政策建议并不必须

重视附录的作用

利用附录优化正文结构、增加行文流畅度、提升定量分析完善度

正文附录 (Appendix) 包含重要但繁琐的技术细节 (用于正式发表)

如: 推导、证明、数据描述、重要稳健性等

在线附录 (Online Appendix) 包含不太重要或篇幅受限的技术细节 (不用于发表) 如: 回应审稿人意见、大量非重要的推导、稳健性分析、数据构造过程等

4.1.2.4 appendix/online appendix

4.1.3 各部分写作与技术经验

4.1.4 琐碎但总要的事项

美化文章排版（推荐使用 latex，如用 overleaf 平台）

图表注重细节

清晰的图标 (legend)、较为详尽的注释 (note)(只看 note 就能获得关键细节)

清晰的交叉引用 (cross reference) 文献、方程、图表、附录等

充分了解杂志定位、偏好，和可能处理稿件的主编

重视年轻学者的研究引用，他们很大可能是你的审稿人

4.1.5 关于研究的一些想法

1. 具体 \mapsto 抽象 \mapsto 具体

2. 特殊 \mapsto 一般 \mapsto 特殊

3. 事物是无线可分的，二分法总能找到特殊的，符合条件的内容

4. 事物是相互联系的

5. 凡事都有两面性，要辩证得看待

6. 科学思辨的精神

7. 研究要在科学与艺术之间权衡, 做自然科学要哲学化, 做文科要科学化

8. 真理都是暂时性的真理，科学的前提是可以证伪，有条件的才是科学，

9. 正向 \mapsto 负向 \mapsto 非线性 \mapsto 非对称

10. 作为经济学模型的学习笔记，每个月学习一个新的 Model 假设、结论 \rightarrow 原理推导 \rightarrow 代码实现 Story \rightarrow Derivation \rightarrow Code & Data 不要钻牛角尖，能把文章写出来发出去就可以了！专注于一个方向!!!! 代码不要钻牛角尖

11.1. 理论构建部分

理论 1: X

引出问题：对的影响究竟是促进还是一直？分析理论 1 与理论 2 的前提和条件

1. 中国的现实情况与理论 1/2 的假设吻合，支持理论 1/2

2. 中国的现实情况与理论 1 的假设不吻合，支持理论 2

3. 取决于两方力量的强弱，X 与 Y 是非线性关系 U, 或者倒 U 型，求出最优点，区间满足的条件（理论 2: X

2.Problem generalization

小学校长修建操场支付宝花呗

官员公共物品供给金融服务借贷约束

阅读不同领域的文献，改头换面

Finance, Growth, and Inequality

Environmental regulation, Growth, and Inequality

复现文章 修改：更换问题，方法不变

彭俞超：提升文章档次的小 tips

哲学思想指导：

中庸 科学思辨，事物都有两面性，但是世界并非二元对立，
做自然科学要哲学化，做文科要科学化

第五章 Dynare 实践¹

在Dynare研发之前，模型基本上都是通过编写 code 手动求解稳态，IRF 等等，集成工具箱的开发使得计算的门槛大大降低，量化宏观的研究门槛也大大降低，由计算机语言的学习降低为对工具箱命令的学习。通过一个最简单的 RBC 模型，说明Dynare可以应用于哪些问题的分析，然后同学们课后可以与手动 coding 求解，进行对比分析，进一步地，阅读一些前沿的宏观文献的 code，当然这是建立在对模型的的内生变量的决定和机制传导掌握的情况下(FOC+ 稳态)。

1. 环境配置
2. 给定部分初值和终值，求模型的演化路径。
3. 在稳态下给定内生变量的微小变化，求模型回归稳态的演化路径。
4. 给定不同的外生变量值，求模型从一个稳态到另一个稳态的演化路径。
5. 给定外生变量的扰动，求模型在扰动后的演化路径。

5.1 Dynare 介绍

对于确定性模型，一般会研究一下五种问题：

1. 给定内生和外生变量的值，求从该值出发迭代获得的稳态解（如果存在的话）。
2. 给定部分初值和终值，求模型的演化路径。
3. 在稳态下给定内生变量的微小变化，求模型回归稳态的演化路径。
4. 给定不同的外生变量值，求模型从一个稳态到另一个稳态的演化路径。
5. 给定外生变量的扰动，求模型在扰动后的演化路径。

5.2 DSGE 环境配置

MATLAB + Dynare + TeX

1. 下载并安装 Matlab（如版本 Matlab R2020b），下载并安装 Dynare（如版本 Dynare 5.2.0）
2. 打开 matlab 在命令窗口配置路径

```
1 clear all;
2 close all;
3 clc
4 %Change directory in matlab
5 cd W:\AdvancedMacroLecture_Topic\Lecture\code&data
6 %add dynare path to matlab
7 addpath W:\software\Matlab\5.2.0\matlab
```

¹主要参考李晨扬、周磊、沈杰等人制作的 slides 以及 Torres(2015)


```
8 %5.2.0 is the version number, please check your own version
9 %Create a dynare code, save as xxx.mod in the working directory. For example, I have
    a dynare code saved as Neoclassical_growth.mod
10 %Execute the dynare code:
11 dynare Neoclassical_growth
```

```
1 %%mac版本
2 addpath /Applications/Dynare/4.5.7/matlab (添加路径)
3 cd /applications/Dynare/4.5.7/examples (导入当前工作目录)
4 注：每次打开Matlab时需重新输入以上两个指令
```

5.3 Dynare 的五类求解问题：从新古典增长模型到 RBC

模型设置

单期效用函数

$$u(C, L) = \ln C + \theta \ln L$$

边际效用函数

$$u_c(C, L) = \frac{1}{C}$$

$$u_l(C, L) = \frac{\theta}{L}$$

生产函数

$$F(K, N) = AK^{1-\alpha}N^\alpha$$

边际生产函数

$$F_k(K, N) = (1 - \alpha)AK^{-\alpha}N^\alpha = (1 - \alpha)\frac{F(K, N)}{K}$$

$$F_n(K, N) = \alpha AK^{1-\alpha}N^{\alpha-1} = \alpha\frac{F(K, N)}{N}$$

模型方程对于每一期 t , 生产方程

$$Y_t = F(K_t, N_t)$$

资本积累方程

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

资源约束

$$C_t + I_t = Y_t$$

劳动和闲暇归一化

$$L_t + N_t = 1$$

欧拉方程

$$u_c(C_t, L_t) = \beta[u_c(C_{t+1}, L_{t+1})(F_k(K_{t+1}, N_{t+1}) + 1 - \delta)]$$

$$u_l(C_t, L_t) = u_c(C_t, L_t)F_n(K_t, N_t)$$

点击【新建】→【脚本】，再点击【保存】，命名为“neoclassical_growth.mod”，注意文件后缀名需要更改为“mod”。

首先将生产函数方程写在 model 模块中。

```

1
2 model;
3 [name = 'Production Function']
4 Y = A * K(-1)^(1 - alpha) * N^alpha;
5 end;
```

该方程中涉及到多个变量和参数，因此需要在文件开始处声明：

```

1
2 var Y K;
3 parameters A alpha;
4
5 model;
6 [name = 'Production Function']
7 Y = A * K(-1)^(1 - alpha) * N^alpha;
8 end;
```

- 对于跨期的变量， $X(-1)$ 、 X 和 $X(+1)$ 分别代表 X_{t-1} 、 X_t 和 X_{t+1} 。
- 这里使用 $K(-1)$ 而非 K 是因为 Dynare 中约定时间下标是该变量的被决定期数，而资本存量在上一期末便已被决定。

注意到生产函数在模型中会经常用到，所以可以定义局部变量来简化表达式。（以“#”开头）

```

1
2 var Y K;
3 parameters A alpha;
4
5 model;
6 # F = A * K(-1)^(1 - alpha) * N^alpha;
7 [name = 'Production Function']
8 Y = F;
9 end;
```

接下来将其他方程补充完整：

```

1
2 var Y C I K N;
3 parameters A alpha beta delta theta;
4
5 model;
6 # u_c = 1 / C;
7 # u_l = theta / (1 - N);
8 # u_c1 = 1 / C(+1);
9 # F = A * K(-1)^(1 - alpha) * N^alpha;
10 # F_n = alpha * F / N;
11 # F1 = A * K^(1 - alpha) * N(+1)^alpha;
12 # F_k1 = (1 - alpha) * F1 / K;
13
14 [name = 'Production Function']
```

```

15 Y = F;
16 [name = 'Capital Accumulation']
17 K = I + (1 - delta) * K(-1);
18 [name = 'Resource Constraint']
19 C + I = Y;
20 [name = 'Euler Equation1']
21 u_c = beta * u_c1 * (F_k1 + 1 - delta);
22 [name = 'Euler Equation2']
23 u_l = u_c * F_n;
24 end;

```

- 局部变量本质只是替换文本，因此需要写出其参数在不同期时对应的表达式。
- 约束条件 $L_t + N_t = 1$ 比较简单，于是直接将 L_t 替换为 $1 - N_t$ 。

接下来对参数进行校准（也即确定参数的取值），根据讲义第 12 页的说明，各参数取值如下：

```

1 alpha = 0.58;
2 beta = 0.988;
3 delta = 0.025;
4 theta = 4 * (alpha * (1 - beta) + alpha * beta * delta) / (1 - beta + alpha * beta
5     * delta);
6 A = ((beta * (1 - alpha)) / (1 + beta * (delta - 1)))^(alpha - 1) * 0.2^(-alpha);

```

- θ 和 A 的取值是通过稳态要求计算得到的。
- 该部分放在变量声明之后，model 模块之前。

根据稳态下的模型方程以及 $\bar{N} = 0.2$ 、 $\bar{Y} = 1$ 可得 θ 和 A 的计算公式。

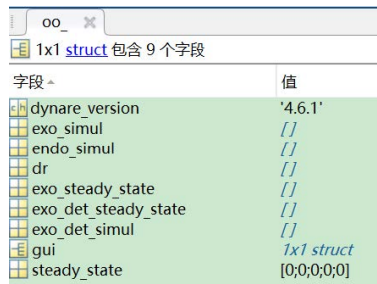
$$\begin{aligned} \bar{Y} &= F(\bar{K}, \bar{N}) = A\bar{K}^{1-\alpha}\bar{N}^\alpha \Rightarrow A = \bar{Y}\bar{K}^{\alpha-1}\bar{N}^{-\alpha} \\ \bar{K} &= \bar{I} + (1 - \delta)\bar{K} \Rightarrow \bar{I} = \delta\bar{K} \\ \bar{C} + \bar{I} &= \bar{Y} \Rightarrow \bar{C} = \bar{Y} - \delta\bar{K} \\ \bar{L} + \bar{N} &= 1 \Rightarrow \bar{L} = 1 - \bar{N} \\ u_c(\bar{C}, \bar{L}) &= \beta u_c(\bar{C}, \bar{L})(F_k(\bar{K}, \bar{N}) + 1 - \delta) \\ \Rightarrow (1 - \alpha)\frac{\bar{Y}}{\bar{K}} &= \frac{1}{\beta} + \delta - 1 \\ \Rightarrow \bar{K} &= \frac{\beta(1 - \alpha)}{1 + \beta(\delta - 1)}\bar{Y} \Rightarrow \bar{C} = \frac{1 - \beta + \alpha\beta\delta}{1 - \beta + \beta\delta}\bar{Y} \\ u_l(\bar{C}, \bar{L}) &= u_c(\bar{C}, \bar{L})F_n(\bar{K}, \bar{N}) \\ \Rightarrow \theta &= \frac{\alpha\bar{Y}\bar{L}}{\bar{C}\bar{N}} = \frac{\alpha(1 - \beta) + \alpha\beta\delta}{1 - \beta + \alpha\beta\delta} \frac{1 - \bar{N}}{\bar{N}} \end{aligned}$$

运行模型和查看结果

在 MATLAB 命令行输入以下指令运行模型。

```
>> dynare neoclassical_growth
```

工作区会生成一系列变量和结构体，其中 `oo_` 是我们重点关注的结构体。双击打开后，会看到该结构体包含如下变量：



字段	值
dynare_version	'4.6.1'
exo_simul	[]
endo_simul	[]
dr	[]
exo_steady_state	[]
exo_det_steady_state	[]
exo_det_simul	[]
gui	1x1 struct
steady_state	[0;0;0;0]

- `steady_state` 储存模型的稳态值。
- `endo_simul` 储存内生变量在每一期的取值，模拟后便形成内生变量的变化路径。
- `exo_simul` 储存外生变量在每一期的取值。

之后的模拟过程中可以随时观察 `oo_.endo_simul` 和 `oo_.exo_simul` 的变化，从而加深对各个模块功能的理解。

对于确定性模型，一般会研究一下五种问题：

1. 给定内生和外生变量的值，求从该值出发迭代获得的稳态解（如果存在的话）。
2. 给定部分初值和终值，求模型的演化路径。
3. 在稳态下给定内生变量的微小变化，求模型回归稳态的演化路径。
4. 给定不同的外生变量值，求模型从一个稳态到另一个稳态的演化路径。
5. 给定外生变量的扰动，求模型在扰动后的演化路径。

5.3.1 求稳态解

```

1 var Y C I K N;
2 parameters A alpha beta delta theta;
3
4 alpha = 0.58;
5 beta = 0.988;
6 delta = 0.025;
7 theta = 4 * ( alpha * ( 1 - beta ) + alpha * beta * delta ) / ( 1 - beta + alpha * beta
      * delta );
8 A = (( beta * ( 1 - alpha )) / ( 1 + beta * ( delta - 1 )))^( alpha - 1 ) * 0.2^( -
      alpha );
9
10 model;
```

```

11 # u_c = 1 / C;
12 # u_l = theta / (1 - N);
13 # u_c1 = 1 / C (+1) ;
14 # F = A * K( -1) ^ (1 - alpha ) * N^ alpha ;
15 # F_n = alpha * F / N;
16 # F1 = A * K^(1 - alpha ) * N (+1) ^ alpha ;
17 # F_k1 = (1 - alpha ) * F1 / K;
18
19 [name = 'Production Function']
20 Y = F;
21 [name = 'Capital Accumulation']
22 K = I + (1 - delta ) * K( -1);
23 [ name = 'Resource Constraint']
24 C + I = Y;
25 [ name = 'Euler Equation1']
26 u_c = beta*u_c1*( F_k1+1-delta);
27 [name = 'Euler Equation2']
28 u_l = u_c*F_n;
29 end;
30
31 %% step2 after adding
32 % 本模型只有一个稳态，若模型存在多个稳态，求得的稳态是距初值最“近”的那个。
33 initval;
34 Y = 1;
35 C = 0.5;
36 I = 0.5;
37 K = 11;
38 N = 0.2;
39 end;
40 steady;

```

- 注意初值一般不要取 0。
- 本模型只有一个稳态，若模型存在多个稳态，求得的稳态是距初值最“近”的那个。
- 当模型较为复杂时，求解稳态是除求解 FOC 和写 model 模块之后，最重要也是最容易出问题的地方。模型的稳态方程和稳态时关键参数校准十分重要。

5.3.2 求任意演化路径

```

1 var Y C I K N;
2 parameters A alpha beta delta theta;

```

```

3
4 alpha = 0.58;
5 beta = 0.988;
6 delta = 0.025;
7 theta = 4 * ( alpha * ( 1 - beta ) + alpha * beta * delta ) / ( 1 - beta + alpha * beta
      * delta );
8 A = ( ( beta * ( 1 - alpha ) ) / ( 1 + beta * ( delta - 1 ) ) ) ^ ( alpha - 1 ) * 0.2 ^ ( -
      alpha );
9
10 model;
11 # u_c = 1 / C;
12 # u_l = theta / ( 1 - N );
13 # u_c1 = 1 / C (+1) ;
14 # F = A * K( -1 ) ^ ( 1 - alpha ) * N ^ alpha ;
15 # F_n = alpha * F / N;
16 # F1 = A * K ^ ( 1 - alpha ) * N (+1) ^ alpha ;
17 # F_k1 = ( 1 - alpha ) * F1 / K;
18
19 [name = 'Production Function']
20 Y = F;
21 [name = 'Capital Accumulation']
22 K = I + ( 1 - delta ) * K( -1 );
23 [ name = 'Resource Constraint']
24 C + I = Y;
25 [ name = 'Euler Equation1']
26 u_c = beta * u_c1 * ( F_k1 + 1 - delta );
27 [name = 'Euler Equation2']
28 u_l = u_c * F_n;
29 end;
30
31 initval;
32 K = 11;
33 end;
34 endval;
35 C = 0.5;
36 N = 0.2;
37 end;
38 perfect_foresight_setup ( periods = 200 );
39 perfect_foresight_solver;

```

- 求演化路径时只需提供特定变量的初值和终值（其他变量提供初终值也无影响）。
- 后向变量（含（-1）项）需要提供初值，前向变量（含（+1）项）需要提供终值。

5.3.3 求内生变量微小变化的演化路径（求得稳态后）

```

1 var Y C I K N;
2 parameters A alpha beta delta theta;
3
4 alpha = 0.58;
5 beta = 0.988;
6 delta = 0.025;
7 theta = 4 * ( alpha * (1 - beta) + alpha * beta * delta ) / (1 - beta + alpha * beta
      * delta );
8 A = (( beta * (1 - alpha) ) / (1 + beta * ( delta - 1)))^( alpha - 1) * 0.2^( -
      alpha );
9
10 model;
11 # u_c = 1 / C;
12 # u_l = theta / (1 - N);
13 # u_c1 = 1 / C (+1) ;
14 # F = A * K( -1)^(1 - alpha) * N^ alpha ;
15 # F_n = alpha * F / N;
16 # F1 = A * K^(1 - alpha) * N (+1) ^ alpha ;
17 # F_k1 = (1 - alpha) * F1 / K;
18
19 [name = 'Production Function']
20 Y = F;
21 [name = 'Capital Accumulation']
22 K = I + (1 - delta) * K( -1);
23 [ name = 'Resource Constraint']
24 C + I = Y;
25 [ name = 'Euler Equation1']
26 u_c = beta*u_c1*( F_k1+1-delta);
27 [name = 'Euler Equation2']
28 u_l = u_c*F_n;
29 end;
30 initval;
31 Y = 1;
32 C = 0.5;

```



```

33 I = 0.5;
34 K = 11;
35 N = 0.2;
36 end;
37 steady;
38
39 ss = oo_.steady_state;
40 histval;
41 K(0) = 0.99*ss(4);
42 end;
43
44 perfect_foresight_setup(periods =200);
45 perfect_foresight_solver;

```

- 求得稳态后模拟路径的初终值均会设置为稳态，此时将 K 的历史值（也即初值）设置为稳态的 99%，即可以模拟 K 的变动对模型的影响。

5.3.4 求从一个稳态到另一个稳态的演化路径（需先将 A 外生化）

```

1 var Y C I K N;
2 varexo A;
3 parameters alpha beta delta theta;
4
5 alpha = 0.58;
6 beta = 0.988;
7 delta = 0.025;
8 theta = 4 * ( alpha * (1 - beta) + alpha * beta * delta ) / (1 - beta + alpha * beta
   * delta );
9 %A = (( beta * (1 - alpha) ) / (1 + beta * ( delta - 1)))^( alpha - 1) * 0.2^( -
   alpha );
10
11 model;
12 # u_c = 1 / C;
13 # u_l = theta / (1 - N);
14 # u_c1 = 1 / C (+1) ;
15 # F = A * K( -1)^(1 - alpha) * N^ alpha ;
16 # F_n = alpha * F / N;
17 # F1 = A * K^(1 - alpha) * N (+1) ^ alpha ;
18 # F_k1 = (1 - alpha) * F1 / K;
19

```

```

20 [name = 'Production Function']
21 Y = F;
22 [name = 'Capital Accumulation']
23 K = I + (1 - delta) * K(-1);
24 [ name = 'Resource Constraint']
25 C + I = Y;
26 [ name = 'Euler Equation1']
27 u_c = beta*u_c1*( F_k1+1-delta);
28 [name = 'Euler Equation2']
29 u_l = u_c*F_n;
30 end;
31
32 initval;
33 Y = 1;
34 C = 0.5;
35 I = 0.5;
36 K = 11;
37 N = 0.2;
38 A = 1;
39 end;
40 steady;
41
42 endval;
43 Y = 1;
44 C = 0.5;
45 I = 0.5;
46 K = 11;
47 N = 0.2;
48 A = 1.1;
49 end;
50 steady;
51
52 perfect_foresight_setup( periods =200);
53 perfect_foresight_solver;

```

外生化需要在模型文件开头将参数 A 修改成外生变量, 并且参数校准和模型方程可能也需做相应调整。

课堂练习:

做出 Y, C, I, K 的转移动态的路径, 要求:2x2 子图排列, 并且输出为矢量图格式。

5.3.5 求外生变量扰动后的变化路径（需先将 A 外生化）

确定性模拟

```

1 var Y C I K N;
2 varexo A;
3 parameters alpha beta delta theta;
4
5 alpha = 0.58;
6 beta = 0.988;
7 delta = 0.025;
8 theta = 4 * ( alpha * ( 1 - beta ) + alpha * beta * delta ) / ( 1 - beta + alpha * beta
    * delta );
9
10 model;
11 # u_c = 1 / C;
12 # u_l = theta / ( 1 - N );
13 # u_c1 = 1 / C (+1) ;
14 # F = A * K( -1) ^ ( 1 - alpha ) * N ^ alpha ;
15 # F_n = alpha * F / N;
16 # F1 = A * K ^ ( 1 - alpha ) * N (+1) ^ alpha ;
17 # F_k1 = ( 1 - alpha ) * F1 / K;
18
19 [name = 'Production Function']
20 Y = F;
21 [name = 'Capital Accumulation']
22 K = I + ( 1 - delta ) * K( -1 );
23 [ name = 'Resource Constraint']
24 C + I = Y;
25 [ name = 'Euler Equation1']
26 u_c = beta * u_c1 * ( F_k1 + 1 - delta );
27 [name = 'Euler Equation2']
28 u_l = u_c * F_n;
29 end;
30 initval;
31 Y = 1;
32 C = 0.5;
33 I = 0.5;
34 K = 11;
35 N = 0.2;
36 A = 1;

```

```

37 end;
38
39 steady;
40
41 shocks;
42 var A;
43 periods 1;
44 values 1.1;
45 end;
46 perfect_foresight_setup ( periods =200);
47 perfect_foresight_solver;

```

- 观察运行后的 `oo_.exo_simul` 变量，可以发现该变量只有第一期时值为 1.1，其他时期值均为 1，这也是确定性模拟区别于随机性模拟的地方。

随机性模拟

对于随机性模型，主要研究的是在外生变量的随机扰动下，内生变量的演化路径，这可以通过修改 `shocks` 模块来实现：

- 观察运行后的 `oo_.exo_simul` 变量，并与确定性模拟的扰动进行比较，可以对随机性的体现有进一步的理解。

```

1 var Y C I K N;
2 varexo A;
3 parameters alpha beta delta theta;
4
5 alpha = 0.58;
6 beta = 0.988;
7 delta = 0.025;
8 theta = 4 * ( alpha * ( 1 - beta ) + alpha * beta * delta ) / ( 1 - beta + alpha * beta
    * delta );
9
10 model;
11 # u_c = 1 / C;
12 # u_l = theta / ( 1 - N );
13 # u_c1 = 1 / C (+1) ;
14 # F = A * K( -1) ^ ( 1 - alpha ) * N ^ alpha;
15 # F_n = alpha * F / N;
16 # F1 = A * K ^ ( 1 - alpha ) * N (+1) ^ alpha;
17 # F_k1 = ( 1 - alpha ) * F1 / K;
18
19 [name = 'Production Function']

```

```

20 Y = F;
21 [name = 'Capital Accumulation']
22 K = I + (1 - delta) * K(-1);
23 [ name = 'Resource Constraint']
24 C + I = Y;
25 [ name = 'Euler Equation1']
26 u_c = beta*u_c1*( F_k1+1-delta);
27 [name = 'Euler Equation2']
28 u_l = u_c*F_n;
29 end;
30 initval;
31 Y = 1;
32 C = 0.5;
33 I = 0.5;
34 K = 11;
35 N = 0.2;
36 A = 1;
37 end;
38 steady;
39
40 shocks;
41 var A;stderr 0.01;
42 end;
43 stoch_simul (periods = 200);

```

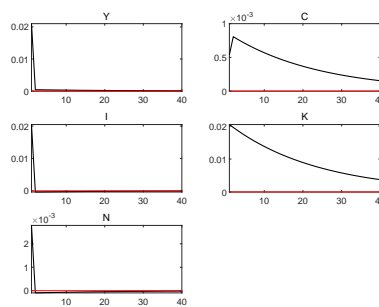


图 5.1

思考： 1. 随机冲击与确定性冲击的区别？ 2. 结果解读

课堂练习： 做出将内生变量的随机模拟图

5.4 基准 RBC

内容提要

□ RBC-Nonlinear

□ RBC-参数传递

5.1 (基准模型 (benchmark model))

RBC (linear)

RBC(Nonlinear)

MIU

CIA

NK(9 Equation)

NK(3 Equation)

Medium NK



5.4.1 RBC

✧模型设置

▶ 家庭:

$$\text{Max } E_t \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t [\log C_t + (1 - \gamma) \log(1 - L_t)]$$



s.t.



$$C_t + I_t = W_t L_t + R_t K_t$$

▶ 资本积累方程:



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

▶ 效用最大化FOC:



$$\begin{cases} E_t \left(\frac{C_{t+1}}{C_t} \right) = E_t (R_{t+1} + 1 - \delta) \\ W_t = \frac{(1-\gamma)C_t}{\gamma(1-L_t)} \end{cases}$$

▶ 厂商

▶

$$Y_t = A_t K_t^\alpha L_t^{1-\alpha}$$

▶ 利润最大化的FOC:

▶

$$\begin{cases} R_t = \alpha A_t K_t^{\alpha-1} L_t^{1-\alpha} = \alpha \frac{Y_t}{K_t} \\ W_t = (1-\alpha) A_t K_t^\alpha L_t^{-\alpha} = (1-\alpha) \frac{Y_t}{L_t} \end{cases}$$

▶ 市场出清条件

▶

$$Y_t = C_t + I_t$$

▶ 技术冲击

▶

$$\ln(A_t) = \rho \ln(A_{t-1}) + \varepsilon_t^A$$

► 模型的内生变量 (8个) :

► $\{C_t, I_t, K_t, L_t, R_t, W_t, Y_t, A_t\}$

► 均衡方程组(非线性):

►
$$\left\{ \begin{array}{l} E_t \left(\frac{C_{t+1}}{C_t} \right) = E_t (R_{t+1} + 1 - \delta) \\ W_t = \frac{(1-\gamma)C_t}{\gamma(1-L_t)} \\ Y_t = A_t K_t^\alpha L_t^{1-\alpha} \\ R_t = \alpha \frac{Y_t}{K_t} \\ W_t = (1-\alpha) \frac{Y_t}{L_t} \\ Y_t = C_t + I_t \\ K_{t+1} = (1-\delta)K_t + I_t \\ \ln(A_t) = \rho \ln(A_{t-1}) + \varepsilon_t^A \end{array} \right.$$

► 稳态均衡方程 (静态方程: 去期望符号, 去时间下标) :

►
$$\left\{ \begin{array}{l} 1 = \bar{R} + 1 - \delta \\ \bar{W} = \frac{(1-\gamma)\bar{C}}{\gamma(1-\bar{L})} \\ \bar{Y} = \bar{A}\bar{K}^\alpha \bar{L}^{1-\alpha} \\ \bar{R} = \alpha \bar{A}\bar{K}^{\alpha-1} \bar{L}^{1-\alpha} \\ \bar{W} = (1-\alpha)\bar{A}\bar{K}^\alpha \bar{L}^{1-\alpha} \\ \bar{Y} = \bar{C} + \bar{I} \\ \bar{I} = \delta \bar{K} \\ \bar{A} = 1 \end{array} \right.$$

模型稳态解析解

$$\left\{ \begin{array}{l} \bar{A} = 1 \\ \bar{R} = \frac{1}{\beta} + \delta - 1 \\ \bar{L} = \frac{\gamma(1-\alpha)(1-\beta+\beta\delta)}{(1-\gamma)[1-\beta+(1-\alpha)\beta\delta] + \gamma(1-\alpha)(1-\beta+\beta\delta)} \\ \bar{Y} = \bar{A}^{\frac{1}{1-\alpha}} \left(\frac{\alpha\beta}{1-\beta+\beta\delta} \right)^{\frac{1}{1-\alpha}} \bar{L} \\ \bar{K} = \frac{\alpha\beta}{1-\beta+\beta\delta} \bar{Y} \\ \bar{I} = \frac{\alpha\beta\delta}{1-\beta+\beta\delta} \bar{Y} \\ \bar{C} = \frac{1-\beta+(1-\alpha)\beta\delta}{1-\beta+\beta\delta} \bar{Y} \end{array} \right.$$

▶ 含期望算子的方程对数线性化与Jansen不等式:

$$E_t \left(\frac{C_{t+1}}{C_t} \right) = E_t (R_{t+1} + 1 - \delta)$$

$$\ln E_t C_{t+1} - \ln C_t = \ln (E_t R_{t+1} + 1 - \delta)$$

▶ 对等式两边在稳态附近取全微分:

$$E_t \frac{dC_{t+1}}{\bar{C}} - \frac{dC_t}{\bar{C}} = \frac{\bar{R}}{\bar{R} + 1 - \delta} E_t \frac{dR_{t+1}}{\bar{R}}$$

▶ 即:

$$E_t \hat{C}_{t+1} - \hat{C}_t = \beta \bar{R} \hat{R}_{t+1}$$

▶ 上式成立暗含的假定:

$$\ln E_t C_{t+1} = E_t \ln C_{t+1}$$

▶ 事实上,在稳态附近:

$$\ln E_t C_{t+1} > E_t \ln C_{t+1}$$

▶ 若 $f(x)$ 是区间 (a,b) 上的(经济学中)凹函数, 则对任意的 $x_1, x_2, \dots, x_n \in (a, b)$ 有不等式:

$$f\left(\frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}\right) \geq \frac{f(x_1) + f(x_2) + \dots + f(x_n)}{n}$$

▶ 若 $f(x)$ 是区间 (a,b) 上的(经济学中)凸函数, 则对任意的 $x_1, x_2, \dots, x_n \in (a, b)$ 有不等式:

$$f\left(\frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}\right) \leq \frac{f(x_1) + f(x_2) + \dots + f(x_n)}{n}$$

当且仅当 $x_1 = x_2 = \dots = x_n$ 时, 等式成立

根据詹森不等式, 我们有:

$$\ln E_t X \geq E_t \ln X$$

- ▶ Uhlig的对数线性化方法:
- ▶ 对数化偏离的定义:
- ▶ 某个变量 μ_t 在其稳态值 $\bar{\mu}$ 附近的对数化偏离可表示为: $\hat{\mu}_t = \ln \mu_t - \ln \bar{\mu}$
- ▶ 线性化的一些法则:
- ▶ $\mu_t = \bar{\mu} e^{\hat{\mu}_t} \approx \bar{\mu}(1 + \hat{\mu}_t)$
- ▶ $\mu_t z_t \approx \bar{\mu}(1 + \hat{\mu}_t) \bar{z}(1 + \hat{z}_t) \approx \bar{\mu}\bar{z}(1 + \hat{\mu}_t + \hat{z}_t) \quad (\hat{\mu}_t \hat{z}_t \approx 0)$
- ▶ $\mu_t^\alpha = \bar{\mu}^\alpha (1 + \hat{\mu}_t)^\alpha \approx \bar{\mu}^\alpha (1 + \alpha \hat{\mu}_t)$
- ▶ $E_t[\mu_{t+1}] \approx \bar{\mu}(1 + E_t[\hat{\mu}_{t+1}])$
- ▶ 对数线性化均衡方程组(线性理性预期方程 (LRE)):

▶

▶

$$\begin{cases} \hat{c}_t - E_t \hat{c}_{t+1} + \beta \bar{R} E_t \hat{r}_{t+1} = 0 \\ \hat{c}_t + \frac{1}{1-\bar{l}} \hat{l}_t = \hat{y}_t \\ \hat{y}_t = \hat{a}_t + \alpha \hat{k}_t + (1-\alpha) \hat{l}_t \\ \hat{r}_t = \hat{y}_t - \hat{k}_t \\ \hat{w}_t = \hat{y}_t - \hat{l}_t \\ \hat{c}_t = \frac{\bar{y}}{\bar{c}} \hat{y}_t - \frac{\bar{l}}{\bar{c}} \hat{l}_t \\ \hat{a}_t = \rho \hat{a}_{t-1} + \varepsilon_t \end{cases}$$

✂参数校准

参数	定义	数值
α	资本产出弹性	0.35
β	贴现因子	0.97
γ	偏好参数	0.4
δ	折旧率	0.06
ρ_A	技术冲击继续系数	0.95
σ_A	技术冲击标准差	0.01

✠Dynare 编程

Structure of the .mod file

Preamble	Define variables & parameters
Model	Spell out equations of model
Steady state or initial value	Indicate steady state or initial value
Shocks	Define shocks
Computation	Ask to undertake specific operations

内生变量类型	定义	Dynare 表达式
静态变量 (static variable)	仅出现时间下标 t Y_t	Y
前瞻变量 (forward-looking variable)	仅出现时间下标 t 和 $t+1$ C_t, C_{t+1}	$C, C(+1)$
后顾变量 (backward-looking variable)	仅出现时间下标 t 和 $t-1$ A_t, A_{t-1}	$A, A(-1)$
混合变量 (mixed variable)	同时出现 $t, t-1, t+1$ 的变量 消费习惯	

```

1
2 // Model 2: Basic DSGE model
3 // Dynare code
4 // File: model2.mod
5 // Torres. University of Malaga (Spain)
6 // Endogenous variables 内生变量声明
7 var Y, C, I, K, L, W, R, A;
8 // Exogenous variables 外生变量声明
9 varexo e;
10 // Parameters 参数声明
11 parameters alpha, beta, delta, gamma, rho;
12 // Calibration 参数校准
13 alpha = 0.35; %资本产出弹性
14 %set_param_value('alpha',alpha);
15 beta = 0.97;%主观贴现因子
16 delta = 0.06;%资本折旧率
17 gamma = 0.40;%偏好系数
18 rho = 0.95;%技术冲击持续系数
19 // Equations of the model
20 model;%非线性模型
21 % (1) 消费与劳动的优化
22 %W=(1-gamma)*C/(gamma*(1-L))
23 C = (gamma/(1-gamma))*(1-L)*(1-alpha)*Y/L;
24 % (2) 消费的欧拉方程
25 1 = beta*((C/C(+1))*(R(+1)+(1-delta)));
26 % (3) 生产函数
27 Y = A*(K(-1)^alpha)*(L^(1-alpha));
28 % (4) 资本累积方程
29 K = (Y-C)+(1-delta)*K(-1);
30 % (5) 市场出清条件
31 I = Y-C;
32 % (6) 厂商的劳动需求方程
33 W = (1-alpha)*A*(K(-1)^alpha)*(L^(-alpha));
34 %W=(1-alpha)*Y/L;
35 % (7) 厂商的资本需求方程
36 %R=alpha*Y/K
37 R = alpha*A*(K(-1)^(alpha-1))*(L^(1-alpha));
38 % (8) 技术冲击方程
39 log(A) = rho*log(A(-1))+ e;

```

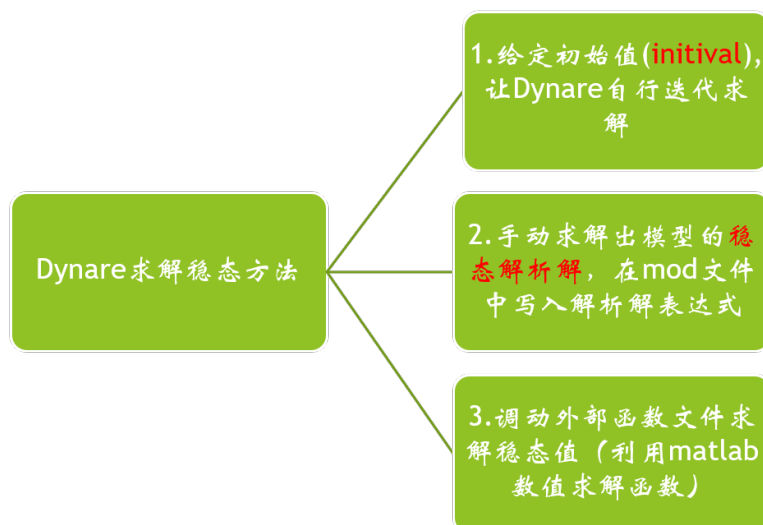
```

40 end;
41 // Initial values 为Dynare提供初始值
42 initval;
43 Y = 1;
44 C = 0.8;
45 L = 0.3;
46 K = 3.5;
47 I = 0.2;
48 W = (1-alpha)*Y/L;
49 R = alpha*Y/K;
50 A = 1;
51 e = 0;
52 end;
53 % 验证静态方程残差
54 resid(1);
55 // Steady State computation 利用matlab内置算法求解稳态
56 steady;
57 // Blanchard-Kahn conditions BK条件检验
58 check;
59 // Shock analysis: TFP shock 定义外生冲击
60 shocks;
61 var e; stderr 0.01;%外生冲击的大小（一个标准差）
62 end;
63 // Stochastic simulation
64 stoch_simul(periods=500);

```

- 一个特殊的后顾变量（资本存量）：
 - $K_{t+1} = (1 - \delta)K_t + I_t$
 - 资本累积方程在 Dynare 中的表达形式（一）
 - $K_{t+1} = (1 - \delta)K_t + I_t$
 - $K = (1 - \delta)K(-1) + I$
 - 资本累积方程在 Dynare 中的表达形式（二）
 - $K(+1) = (1 - \delta)K + I$

✦关于稳态求解 1. 给定初始值 (initial) dynare 迭代求解



```

1
2  initval;
3  Y = 1;
4  C = 0.8;
5  L = 0.3;
6  K = 3.5;
7  I = 0.2;
8  W = (1-alpha)*Y/L;
9  R = alpha*Y/K;
10 A = 1;
11 e = 0;
12 end;
13 % 验证静态方程残差
14 resid(1);
15 // Steady State computation 利用matlab内置算法求解稳态
16 steady;
17 // Blanchard-Kahn conditions BK条件检验
18 check;

```

2. 手动求解稳态解析解, 在 mod 文件中写入解析解表达式

```

1
2 %手动求解稳态解析解
3 steady_state_model;
4 A=1;
5 R=1/beta+delta-1;
6

```

```
7 %为方便书写, 引入辅助表达式
8 U=gamma*(1-alpha)*(1-beta+beta*delta);
9 V=(1-gamma)*(1-beta+(1-alpha)*beta*delta);
10 X=alpha*beta/(1-beta+beta*delta);
11
12 L=U/(U+V)
13 Y=A^(1/(1-alpha))*X^(alpha/(1-alpha))*L;
14 K=X*Y;
15 I=delta*K;
16 W=(1-alpha)*Y/L;
17 end;
18
19 // Steady State computation 利用matlab内置算法求解稳态
20 steady;
21 // 验证静态方程残差
22 resid(1);
23 // Blanchard-Kahn conditions BK条件检验
24 check;
```

5.4.2 Dynare 源码

阅读 dynare 相关源码有助于理解 DSGE 模型的求解

扰动法：一阶求解，二阶求解，三阶求解

全局求解：

转化为状态空间求解

常用的 DSGE 求解的方法

- BK(1980)
- Uhig(1999) Uhig 工具箱可以下载，待定系数法的一种
- Sims(2001)

如何通过 matlab 编程使用 B&K 方法求解线性均衡系统，可以参考 [5]，兰弘

[DSGE&Deep Learning](#)

IRF 如何生成

5.4.3 结果解读

5.1 (MODEL SUMMARY)

Number of variables: 8

Number of stochastic shocks: 1

Number of state variables: 2

Number of jumpers: 2

Number of static variables: 4



5.2 (Residuals of the static equations:)

Equation number 1 : -0.21111 : C

Equation number 2 : -0.0088 : 2

Equation number 3 : 0.29115 : Y

Equation number 4 : 0.01 : K

Equation number 5 : 0 : I

Equation number 6 : 0.63083 : W

Equation number 7 : 0.029115 : R

Equation number 8 : 0 : 8



5.3 (STEADY-STATE RESULTS:)

Y 0.744697

C 0.572708

I 0.17199

K 2.86649

L 0.360396

W 1.34312

R 0.0909278

A 1



5.4 (EIGENVALUES:)

Modulus	Real	Imaginary
0.8866	0.8866	0
0.95	0.95	0
1.163	1.163	0
3.654e+17	3.654e+17	0

There are 2 eigenvalue(s) larger than 1 in modulus for 2 forward-looking variable(s)

只有当特征值大于 1 的个数 = 前定变量的个数时，BK 条件满足，模型有解且唯一。



表 5.1: MOMENTS OF SIMULATED VARIABLES

VARIABLE	MEAN	STD. DEV.	VARIANCE	SKEWNESS	KURTOSIS
Y	0.728344	0.022983	0.000528	-0.195487	-0.573150
C	0.560667	0.013968	0.000195	-0.303286	-0.787307
I	0.167677	0.010985	0.000121	-0.136403	-0.286222
K	2.794712	0.079720	0.006355	-0.340703	-0.856829
L	0.360136	0.002740	0.000008	-0.244908	-0.143854
W	1.314424	0.035352	0.001250	-0.258874	-0.711902
R	0.091226	0.001978	0.000004	-0.157318	-0.293177
A	0.987104	0.020705	0.000429	-0.186991	-0.451513

对模拟变量进行了描述，将模拟变量的标准差与实际变量的标准差相比，可以得到 K-P 比率，以此分析模型对实际的拟合优度。

表 5.2: CORRELATION OF SIMULATED VARIABLES

VARIABLE	Y	C	I	K	L	W	R	A
Y	1.0000	0.9386	0.8987	0.8230	0.6899	0.9789	0.4758	0.9891
C	0.9386	1.0000	0.6922	0.9684	0.3981	0.9893	0.1434	0.8776
I	0.8987	0.6922	1.0000	0.4905	0.9373	0.7900	0.8132	0.9534
K	0.8230	0.9684	0.4905	1.0000	0.1569	0.9218	-0.1078	0.7304
L	0.6899	0.3981	0.9373	0.1569	1.0000	0.5275	0.9648	0.7890
W	0.9789	0.9893	0.7900	0.9218	0.5275	1.0000	0.2861	0.9381
R	0.4758	0.1434	0.8132	-0.1078	0.9648	0.2861	1.0000	0.6002
A	0.9891	0.8776	0.9534	0.7304	0.7890	0.9381	0.6002	1.0000

表 5.3: AUTOCORRELATION OF SIMULATED VARIABLES

VARIABLE	1	2	3	4	5
Y	0.9178	0.8421	0.7565	0.6875	0.6223
C	0.9720	0.9376	0.8930	0.8467	0.7969
I	0.8362	0.6984	0.5508	0.4478	0.3593
K	0.9896	0.9684	0.9366	0.8971	0.8517
L	0.8004	0.6355	0.4617	0.3431	0.2463
W	0.9526	0.9036	0.8444	0.7901	0.7349
R	0.8020	0.6384	0.4653	0.3491	0.2537
A	0.8901	0.7934	0.6870	0.6063	0.5333

表 5.4: POLICY AND TRANSITION FUNCTIONS

	Y	C	I	K	L	W	R	A
Constant	0.744720	0.572684	0.172036	2.866541	0.360413	1.343093	0.090931	1.000000
(correction)	0.000022	-0.000024	0.000047	0.000047	0.000017	-0.000022	0.000003	0
K(-1)	0.055192	0.108550	-0.053358	0.886642	-0.026607	0.198700	-0.024982	0
A(-1)	0.923502	0.310584	0.612918	0.612918	0.160849	1.066152	0.112760	0.950000
e	0.972107	0.326930	0.645177	0.645177	0.169315	1.122265	0.118695	1.000000
K(-1),K(-1)	-0.010755	-0.006593	-0.004162	-0.004162	0.003261	-0.016880	0.007402	0
A(-1),K(-1)	0.103492	0.037612	0.065880	0.065880	0.014220	0.123689	-0.026701	0
A(-1),A(-1)	0.022419	-0.025734	0.048153	0.048153	-0.110384	-0.024028	0.002737	-0.023750
e,e	0.536477	0.143555	0.392922	0.392922	-0.033195	0.564042	0.065504	0.500000
K(-1),e	0.108939	0.039592	0.069348	0.069348	0.014968	0.130198	-0.028106	0
A(-1),e	1.019306	0.272754	0.746552	0.746552	-0.063071	1.071680	0.124458	0.950000

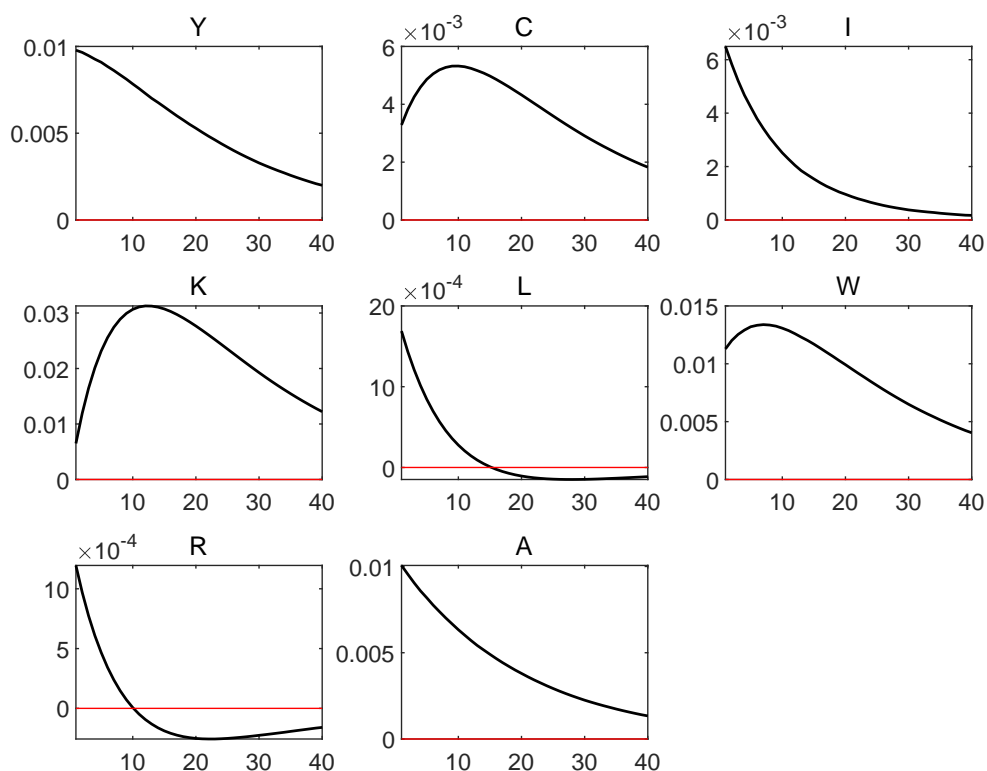


图 5.2: 脉冲响应图 (水平偏离)

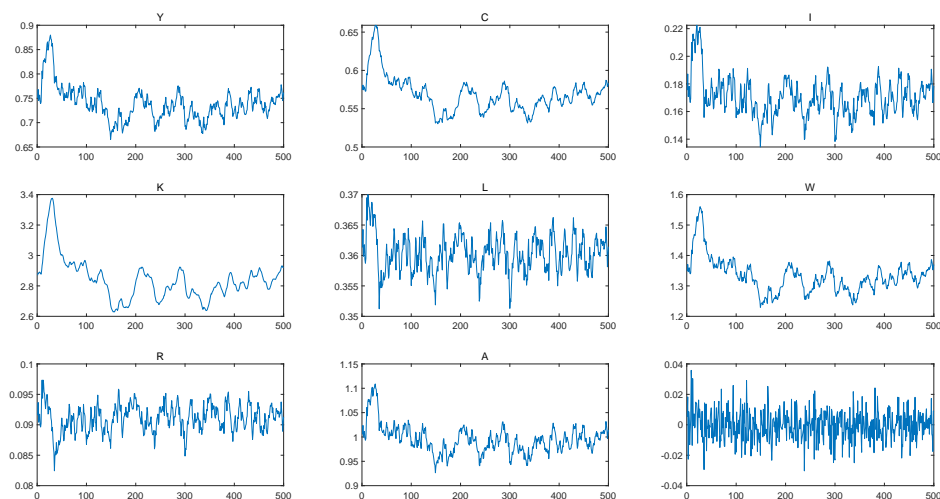


图 5.3: 随机模拟的时间序列 (模型经济)

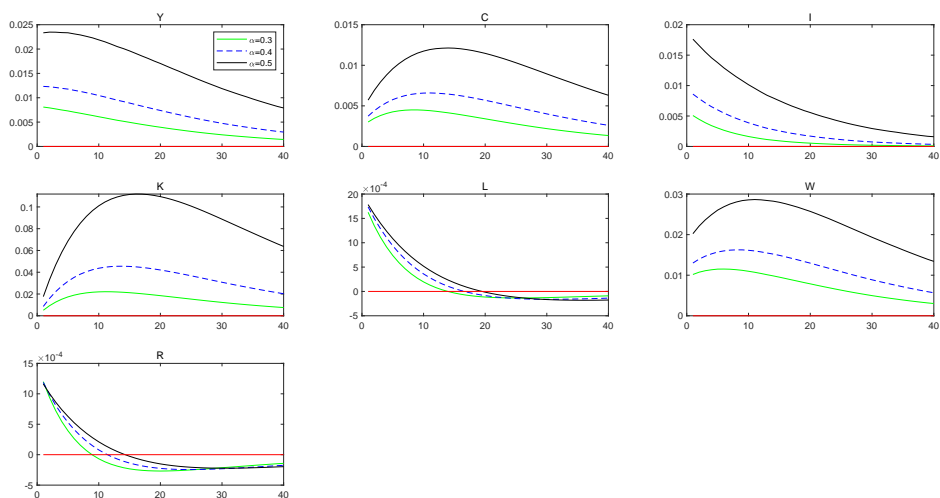
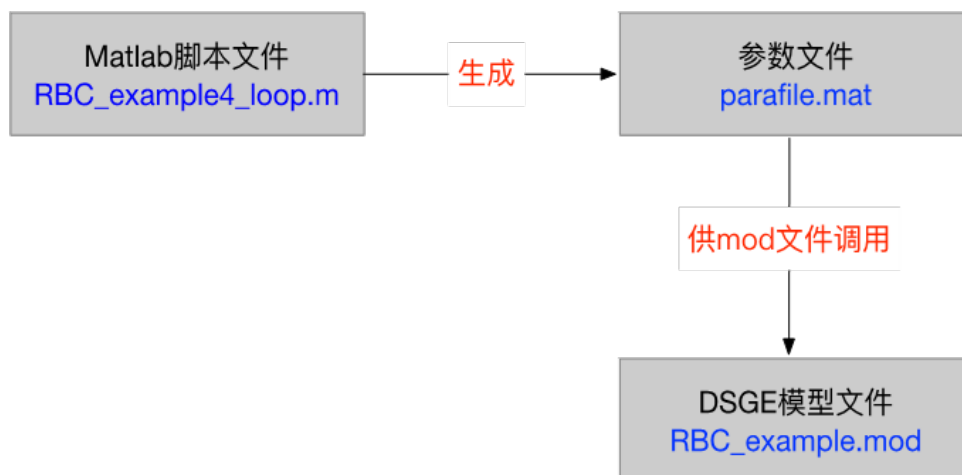


图 5.4: 参数传递与脉冲响应图的比较

5.2 (RBC 拓展模型)

消费习惯
 借贷约束 (非李嘉图等价主体)
 投资调整成本
 投资专有技术变化
 税收
 公共支出
 公共资本
 人力资本
 家庭生产
 不完全竞争



5.5 劳动不可分性 HANSEN1985

$$\frac{1}{c_t} = \beta \frac{1}{c_{t+1}} (r_{t+1} + 1 - \delta) \quad (5.1)$$

$$(1 - \alpha) \frac{y_t}{h_t} = c_t \frac{A_t}{1 - h_t} \quad (5.2)$$

$$c_t = y_t + (1 - \delta) k_{t-1} - k_t \quad (5.3)$$

$$k_t = (1 - \delta) k_{t-1} + I_t \quad (5.4)$$

$$y_t = A_t k_{t-1}^\alpha h_t^{1-\alpha} \quad (5.5)$$

$$r_t = \alpha \frac{y_t}{k_{t-1}} \quad (5.6)$$

$$w_t = (1 - \alpha) \frac{y_t}{h_t} \quad (5.7)$$

$$\log(A_t) = \rho \log(A_{t-1}) + \epsilon_t \quad (5.8)$$

```

1
2 %Hansen's Simple RBC Model
3 %Dali

```

```

4  %%
5  var
6  y $y$ (long_name='output')
7  I $I$ (long_name='investment')
8  k $k$ (long_name='capital stock')
9  h $h$ (long_name='labour supply')
10 A $A$ (long_name='technology')
11 c $c$ (long_name='consumption')
12 r $r$ (long_name='real interest rate')
13 w $w$ (long_name='wage rate');
14
15 varexo eps $\epsilon$;
16
17 parameters alpha $\alpha$ (long_name='capital share')
18 beta $\beta$ (long_name='stochastic discount factor')
19 delta $\delta$ (long_name='depreciation')
20 rho $\rho$ (long_name='technology shock persistence')
21 eta $\eta$ (long_name='risk aversion coefficient')
22 a $a$ (long_name='labour disutility parameter')
23 sigmaeps $\sigma_{\epsilon}$ (long_name='volatility of shock');
24
25 alpha = 0.36;
26 beta = 0.99;
27 delta = 0.025;
28 rho = 0.95;
29 eta = 1;
30 a = 2;
31 sigmaeps = 0.01;
32
33 %%
34 model;
35 1/c = beta*((1/c(+1))*(r(+1) +(1-delta))); %consumption euler equation
36 (1-alpha)*(y/h) = A/(1-h)*c; %labour first order condition
37 c = y +(1-delta)*k(-1) - k; %resource constraint
38 k = (1-delta)*k(-1) + I; %capital law of motion
39 y = A*k(-1)^(alpha)*h^(1-alpha); %production function
40 r = alpha*(y/k(-1)); %interest rate
41 w = (1-alpha)*(y/h); %wage rate
42 log(A) = rho*log(A(-1)) + eps; %shock process

```

```

43 end;
44
45 %%
46 initval;
47 A = 1;
48 h = (1+(a/(1-alpha))*(1-(beta*delta*alpha)/(1-beta*(1-delta))))^(-1);
49 k = h*((1/beta - (1-delta))/(alpha*A))^(1/(alpha-1));
50 I = delta*k;
51 y = A*k^(alpha)*h^(1-alpha);
52 c = y - delta*k;
53 r = 1/beta - 1 + delta;
54 w = (1-alpha)*(y/h);
55 end;
56
57 steady;
58
59 shocks;
60 var eps = sigmaeps^2;
61 end;
62
63 stoch_simul(order=1,irf=40);

```

表 5.5: Endogenous

Variable	LaTeX	Description
y	y	output
I	I	investment
k	k	capital stock
h	h	labour supply
A	A	technology
c	c	consumption
r	r	real interest rate
w	w	wage rate

表 5.6: Exogenous

Variable	LaTeX	Description
eps	ϵ	eps

表 5.7: Parameters

Variable	LaTeX	Description
alpha	α	capital share
beta	β	stochastic discount factor
delta	δ	depreciation
rho	ρ	technology shock persistence
eta	η	risk aversion coefficient
a	a	labour disutility parameter
sigmaeps	σ_ϵ	volatility of shock

表 5.8: Parameter Values

Parameter	Value	Description
α	0.360	capital share
β	0.990	stochastic discount factor
δ	0.025	depreciation
ρ	0.950	technology shock persistence
η	1.000	risk aversion coefficient
a	2.000	labour disutility parameter
σ_ϵ	0.010	volatility of shock

表 5.9: THEORETICAL MOMENTS

<i>VARIABLE</i>	<i>MEAN</i>	<i>STD.DEV.</i>	<i>VARIANCE</i>
<i>y</i>	1.7134	0.0583	0.0034
<i>I</i>	0.4393	0.0318	0.0010
<i>k</i>	17.5724	0.5974	0.3569
<i>h</i>	0.4626	0.0053	0.0000
<i>A</i>	1.0000	0.0320	0.0010
<i>c</i>	1.2740	0.0326	0.0011
<i>r</i>	0.0351	0.0008	0.0000
<i>w</i>	2.3706	0.1072	0.0115

表 5.10: MATRIX OF CORRELATIONS

<i>Variables</i>	<i>y</i>	<i>I</i>	<i>k</i>	<i>h</i>	<i>A</i>	<i>c</i>	<i>r</i>	<i>w</i>
<i>y</i>	1.0000	0.9032	0.8169	-0.9734	0.9832	0.9079	0.3264	0.9983
<i>I</i>	0.9032	1.0000	0.4903	-0.7809	0.9664	0.6401	0.7005	0.8769
<i>k</i>	0.8169	0.4903	1.0000	-0.9273	0.6977	0.9835	-0.2785	0.8489
<i>h</i>	-0.9734	-0.7809	-0.9273	1.0000	-0.9152	-0.9798	-0.1012	-0.9850
<i>A</i>	0.9832	0.9664	0.6977	-0.9152	1.0000	0.8160	0.4937	0.9709
<i>c</i>	0.9079	0.6401	0.9835	-0.9798	0.8160	1.0000	-0.0999	0.9306
<i>r</i>	0.3264	0.7005	-0.2785	-0.1012	0.4937	-0.0999	1.0000	0.2712
<i>w</i>	0.9983	0.8769	0.8489	-0.9850	0.9709	0.9306	0.2712	1.0000

表 5.11: COEFFICIENTS OF AUTOCORRELATION

<i>Order</i>	1	2	3	4	5
<i>y</i>	0.9666	0.9341	0.9025	0.8719	0.8422
<i>I</i>	0.9279	0.8603	0.7971	0.7378	0.6824

(Continued on next page)

表 5.11: (continued)

<i>Order</i>	1	2	3	4	5
<i>k</i>	0.9989	0.9957	0.9906	0.9839	0.9756
<i>h</i>	0.9846	0.9685	0.9517	0.9345	0.9167
<i>A</i>	0.9500	0.9025	0.8574	0.8145	0.7738
<i>c</i>	0.9951	0.9885	0.9804	0.9709	0.9601
<i>r</i>	0.9161	0.8378	0.7649	0.6969	0.6337
<i>w</i>	0.9715	0.9435	0.9160	0.8890	0.8626

课后作业：参数 a 的敏感性分析，做出如图5.4

5.6 MIU

Money in the Utility Function model Chapter 9[2]

$$\frac{M_t}{P_t} + C_t + K_t = \frac{M_{t-1} (g_t - 1)}{P_t} + \frac{M_{t-1}}{P_t} + W_t H_t + r_t K_{t-1} + (1 - \delta) K_{t-1} \quad (5.9)$$

$$\frac{1}{C_t} = \frac{P_t \beta}{C_{t+1} P_{t+1}} + \frac{P_t D}{M_t} \quad (5.10)$$

$$\frac{1}{C_t} = \frac{(-B)}{W_t} \quad (5.11)$$

$$\frac{1}{C_t} = \frac{\beta}{C_{t+1}} (1 + r_{t+1} - \delta) \quad (5.12)$$

$$M_t = M_{t-1} g_t \quad (5.13)$$

$$y_t = H_t^{1-\theta} \lambda_t K_{t-1}^\theta \quad (5.14)$$

$$W_t = H_t^{(-\theta)} \lambda_t (1 - \theta) K_{t-1}^\theta \quad (5.15)$$

$$r_t = \lambda_t \theta \left(\frac{K_{t-1}}{H_t} \right)^{\theta-1} \quad (5.16)$$

$$\log(g_t) = (1 - \pi) \log(\bar{g}) + \pi \log(g_{t-1}) + \varepsilon_t^g \quad (5.17)$$

$$\log(\lambda_t) = \gamma \log(\lambda_{t-1}) + \varepsilon_t^\lambda \quad (5.18)$$

```

1 /*
2 * This file replicates the Money in the Utility Function model studied in:
3 * George McCandless (2008): The ABCs of RBCs - An Introduction to Dynamic
4 * Macroeconomic Models, Harvard University Press, Chapter 9
5 *
6 * This implementation was written by Johannes Pfeifer.
7 *
8 * If you spot mistakes, email me at jpfeifer@gmx.de
9 *
10 * Please note that the following copyright notice only applies to this Dynare

```

```

11 * implementation of the model.
12 */
13
14 /*
15 * Copyright © 2022 Johannes Pfeifer
16 *
17 * This is free software: you can redistribute it and/or modify
18 * it under the terms of the GNU General Public License as published by
19 * the Free Software Foundation, either version 3 of the License, or
20 * (at your option) any later version.
21 *
22 * It is distributed in the hope that it will be useful,
23 * but WITHOUT ANY WARRANTY; without even the implied warranty of
24 * MERCHANTABILITY or FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. See the
25 * GNU General Public License for more details.
26 *
27 * For a copy of the GNU General Public License,
28 * see <https://www.gnu.org/licenses/>.
29 */
30
31 var w      $W$      (long_name='real wage')
32 r      $r$      (long_name='real return on capital')
33 c      $C$      (long_name='real consumption')
34 k      $K$      (long_name='capital stock')
35 h      $H$      (long_name='hours worked')
36 m      $M$      (long_name='money stock')
37 p      $P$      (long_name='price level')
38 g      $g$      (long_name='growth rate of money stock')
39 lambda  $\lambda$ (long_name='TFP')
40 y      $y$      (long_name='real output')
41 ;
42
43 varexo eps_lambda  ${\varepsilon^\lambda}$ (long_name='TFP shock')
44 eps_g      ${\varepsilon^g}$      (long_name='Money growth shock')
45 ;
46
47 parameters beta      ${\beta}$ (long_name='discount factor')
48 delta      ${\delta}$ (long_name='depreciation rate')
49 theta      ${\theta}$ (long_name='capital share production')

```

```

50 A      ${A}$      (long_name='labor disutility parameter')
51 h_0    ${h_0}$    (long_name='steady state hours worked')
52 B      ${B}$      (long_name='composite labor disutility parameter')
53 gamma  ${\gamma}$ (long_name='autocorrelation TFP')
54 pi     ${\pi}$    (long_name='autocorrelation money growth')
55 g_bar  ${\bar{g}}$ (long_name='steady state growth rate of money')
56 D      ${D}$      (long_name='coefficient log balances')
57 ;
58
59 predetermined_variables k;
60
61 %Calibration based on Table 9.1
62 beta = 0.99;
63 delta = 0.025;
64 theta = 0.36;
65 A = 1.72;
66 h_0 = 0.583;
67 gamma = 0.95;
68 pi = 0.48;
69 g_bar = 1;
70 D = 0.01;
71
72 model;
73 %composite labor parameter
74 [name='Budget constraint, (9.1)']
75 c+k(+1)+m/p = w*h+r*k+(1-delta)*k+m(-1)/p + (g-1)*m(-1)/p;
76 [name='Euler equation, (9.2)']
77 1/c = beta*p/(c(+1)*p(+1)) + D*p/m;
78 [name='FOC hours worked, (9.3)']
79 1/c = -B/w;
80 [name='FOC capital, (9.4)']
81 1/c = beta/c(+1)*(r(+1)+1-delta);
82 [name='Definition money growth, before (9.5)']
83 m = g*m(-1);
84 [name='Production function, below (9.5)']
85 y = lambda*k^theta*h^(1-theta);
86 [name='Firm FOC labor, below (9.5)']
87 w = (1-theta)*lambda*k^theta*h^(-theta);
88 [name='Firm FOC capital, below (9.5)']

```

```

89 r = theta*lambda*(k/h)^(theta-1);
90 [name='Law of motion money stock, below (9.5)']
91 log(g) = (1-pi)*log(g_bar) + pi*log(g(-1))+eps_g;
92 [name='Law of motion technology shock, below (9.5)']
93 log(lambda) = gamma*log(lambda(-1)) + eps_lambda;
94 end;
95
96
97 steady_state_model;
98 %follows Section 9.2
99 B = A*log(1-h_0)/h_0;
100 r = 1/beta -1 + delta;
101 w = (1-theta)*(r/theta)^(theta/(theta-1));
102 c = -w/B;
103 mp = D*g_bar*c/(g_bar-beta);
104 k = c/((r*(1-theta)/(w*theta))^(1-theta)-delta);
105 h = r*(1-theta)/(w*theta)*k;
106 y = k*(r*(1-theta)/(w*theta))^(1-theta);
107 g = 1;
108 lambda = 1;
109 p = 1; %normalization
110 m=p*D*g*c/(g-beta);
111 end;
112
113 steady;
114
115 shocks;
116 var eps_g;
117 stderr 0.01;
118 end;
119
120 options_.TeX = 1;
121 write_latex_dynamic_model;
122 write_latex_definitions;
123 write_latex_parameter_table;
124
125 stoch_simul(irf=100, order=1) k c w r h m y g p;
126
127 shocks(overwrite);

```

```

128 var eps_lambda;
129 stderr 0.01;
130 end;
131
132 stoch_simul(irf=100, order=1) k c w r h m y g p;

```

表 5.12: Endogenous

Variable	\LaTeX	Description
w	W	real wage
r	r	real return on capital
c	C	real consumption
k	K	capital stock
h	H	hours worked
m	M	money stock
p	P	price level
g	g	growth rate of money stock
lambda	λ	TFP
y	y	real output

表 5.13: Exogenous

Variable	\LaTeX	Description
eps_lambda	ε^λ	TFP shock
eps_g	ε^g	Money growth shock

表 5.14: Parameters

Variable	\LaTeX	Description
beta	β	discount factor
delta	δ	depreciation rate
theta	θ	capital share production
A	A	labor disutility parameter
h_0	h_0	steady state hours worked
B	B	composite labor disutility parameter

表 5.14 – Continued

Variable	\LaTeX	Description
gamma	γ	autocorrelation TFP
pi	π	autocorrelation money growth
g_bar	\bar{g}	steady state growth rate of money
D	D	coefficient log balances

表 5.15: Parameter Values

Parameter	Value	Description
β	0.990	discount factor
δ	0.025	depreciation rate
θ	0.360	capital share production
A	1.720	labor disutility parameter
h_0	0.583	steady state hours worked
B	-2.580	composite labor disutility parameter
γ	0.950	autocorrelation TFP
π	0.480	autocorrelation money growth
\bar{g}	1.000	steady state growth rate of money
D	0.010	coefficient log balances

表 5.16: COEFFICIENTS OF AUTOCORRELATION

Order	1	2	3	4	5
K	0.9985	0.9942	0.9875	0.9786	0.9678
C	0.9941	0.9860	0.9758	0.9639	0.9504
W	0.9941	0.9860	0.9758	0.9639	0.9504
r	0.9025	0.8127	0.7300	0.6538	0.5838
H	0.8954	0.7992	0.7108	0.6296	0.5552
y	0.9539	0.9099	0.8678	0.8277	0.7894

表 5.17: MATRIX OF CORRELATIONS

<i>Variables</i>	<i>K</i>	<i>C</i>	<i>W</i>	<i>r</i>	<i>H</i>	<i>y</i>
<i>K</i>	1.0000	0.9841	0.9841	-0.2700	0.1690	0.7766
<i>C</i>	0.9841	1.0000	1.0000	-0.0944	0.3417	0.8763
<i>W</i>	0.9841	1.0000	1.0000	-0.0944	0.3417	0.8763
<i>r</i>	-0.2700	-0.0944	-0.0944	1.0000	0.9034	0.3969
<i>H</i>	0.1690	0.3417	0.3417	0.9034	1.0000	0.7522
<i>y</i>	0.7766	0.8763	0.8763	0.3969	0.7522	1.0000

表 5.18: THEORETICAL MOMENTS

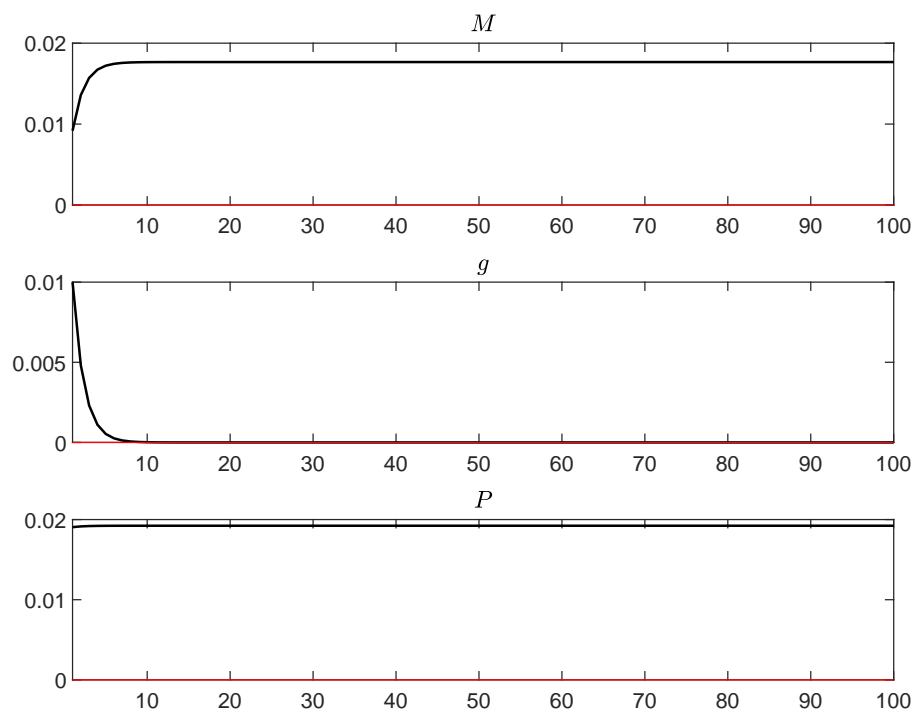
<i>VARIABLE</i>	<i>MEAN</i>	<i>STD.DEV.</i>	<i>VARIANCE</i>
<i>K</i>	12.6707	0.7950	0.6321
<i>C</i>	0.9187	0.0417	0.0017
<i>W</i>	2.3706	0.1075	0.0116
<i>r</i>	0.0351	0.0016	0.0000
<i>H</i>	0.3335	0.0111	0.0001
<i>M</i>	NaN	NaN	NaN
<i>y</i>	1.2354	0.0799	0.0064
<i>g</i>	1.0000	0.0000	0.0000
<i>P</i>	NaN	NaN	NaN

表 5.19: MATRIX OF COVARIANCE OF EXOGENOUS SHOCKS

<i>Variables</i>	ε^λ	ε^g
ε^λ	0.000100	0.000000
ε^g	0.000000	0.000000

表 5.20: VARIANCE DECOMPOSITION (in percent)

	ε^λ	ε^g
K	100.00	0.00
C	100.00	0.00
W	100.00	0.00
r	100.00	0.00
H	100.00	0.00
y	100.00	0.00
g	0.00	100.00

图 5.5: ε^g shock

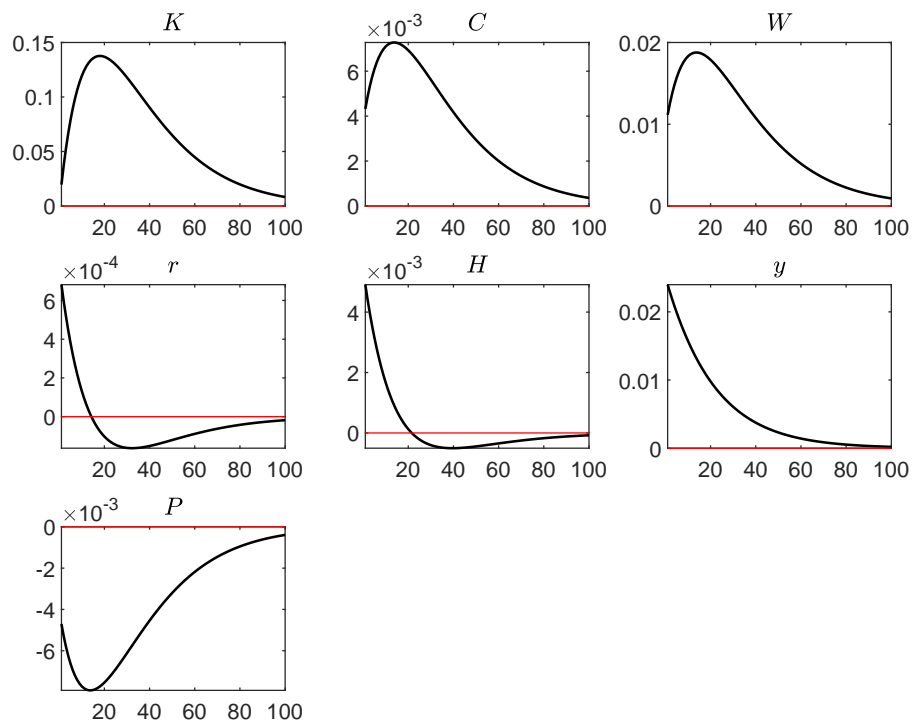


图 5.6: TFP shock

5.7 经典论文复现

Replications should focus on the baseline exercises in the papers, not robustness checks. Replications do not need to be perfect or exact –indeed, it is virtually impossible to exactly replicate any paper. If some key figure or statistic cannot be approximately replicated, the student should be upfront about this and discuss possible reasons why.

——Eric Sims

复现总是天下第一难事，复现的目的在于学习，掌握两个原则，只需要复现基准结果，稳健性检验不做要求，如果复现不了，应该要找到出现错误的原因。

BGG(1999)→CGG(99,02), CK(08)→CF97→CFP2017→

[Iacoviello2005](#)→[Jermann_Quadrini2012](#)

Iacoviello2010

SM(2007)

CW09

GM07

5.8 未来研究展望

- 异质性代理人模型 HANK
 - 计算是个大的问题
 - HANK_RBC
 - MONETARY POLICY ACCORDING TO HANK
- 连续时间

宏观研究入门的门槛较高，出成果较慢，风险较大，但是宏观经济研究者在所有经济学的研究人员中，影响也是最大的。

参考文献

- [1] Jordi Galí. *Monetary policy, inflation, and the business cycle: an introduction to the new Keynesian framework and its applications*. Princeton University Press, 2015. ISBN: 0691164789.
- [2] George McCandless. *The ABCs of RBCs: an introduction to dynamic macroeconomic models*. Harvard University Press, 2008. ISBN: 0674033787.
- [3] Sébastien Villemot. “Dynare: Reference manual, version 4”. In: *Dynare Working Paper* (2011).
- [4] Carl E Walsh. *Monetary theory and policy*. MIT press, 2017. ISBN: 0262338505.
- [5] 李向阳. 动态随机一般均衡 (DSGE) 模型: 理论、方法和 Dynare 实践. 北京: 清华大学出版社, 2017.
- [6] 刘斌. 动态随机一般均衡模型及其应用. 北京: 中国金融出版社, 2010.
- [7] 托雷斯. 动态宏观经济一般均衡入门. 北京: 中国金融出版社, 2015.

附录 A 写在最后

自 2022 年开始，开始担任南京大学经济学院硕士生高级宏观经济学的课程助教，至今已经两年。最开始我的导师孙宁华教授交给我这一任务时，尤恐不能胜任，记得第一学期担任助教时，为了三节小课，筹备了 20 天左右，尽管自博一入学之前便开始了 DSGE 的学习，也较早地接触了 MATLAB 和 Dynare，但是要讲这些东西讲的清楚明白，与我而言并非易事，紧张难免，微恐误人。正如我在课上所讲的，“如果同学们学不到什么东西，那肯定是我的原因。”制作一要写这么一个讲义，原因有二，一是紧张，孙老师同我讲，克服课堂紧张的一个办法就是把要讲的东西全写出来，也由此变成一个“讲义派”和“板书派”，这确实有效。二是想给自己这两学期的助教工作留下一点痕迹，文中错误自然难免，但是对一些资源的介绍或许仍然有用，仅供参考。

讲义的内容基本都是在互联网上搜集整理所得的资料，尽可能的著名引用来源，肯定是不详尽的。一个声明是，该讲义仅仅供南京大学经济学院硕士生课堂所用，更为具体的是针对 2022 年秋季学期和 2023 年秋季学期选修此门课程的学生，绝未藉此谋取商业利益。将其置于个人网站，一是后续该讲义或许会继续完善，二是便于上述目标学生获取。

付大利

2024 年 1 月 17 日于安中楼