

高级宏观经济学

陈彦斌、刘凯

中国人民大学经济学院

教材：Advanced Macroeconomics (D. Romer, 第 4 版)。

参考：《货币政策、通货膨胀与经济周期：NK 分析框架引论》(Jordi Gali)

第 4 章、实际经济周期理论-RBC

“实际”对应于“名义”。

4.1 导言：一些经济波动事实

参见：Handbook of macroeconomics, ch1, ch14.

- 第一个事实是，没有表现出任何规律性的或周期性的模式。由于产出的变动不规则，想要识别出有规律的基钦周期（3 年）、朱格拉周期（10 年）、库兹涅茨周期（20 年）和康德拉耶夫周期（50 年）是没有意义的。（有规律的季节波动除外，seasonality）

TABLE 4.1 Recessions in the United States since World War II

Year and quarter of peak in real GDP	Number of quarters until trough in real GDP	Change in real GDP, peak to trough
1948:4	2	-1.8%
1953:2	3	-2.7
1957:3	2	-3.7
1960:1	3	-1.6
1970:3	1	-1.1
1973:4	5	-3.1
1980:1	2	-2.2
1981:3	2	-2.9
1990:3	2	-1.3
2001:2	1	-0.4

- 第二个事实是，产出各个组成部分的波动程度不一。
 - 虽然存货投资占 GDP 比重极小，但在衰退时的波动却高达 GDP 的 41.8%（经济过热时，加大投资和生产能力，产能过剩；经济萧条时，去产能、去库存，存货投资量很小、增长率为负）。
 - 居民投资和消费者耐用消费品在产出波动中所占的份额也不成

比例。中国？

TABLE 4.2 Behavior of the components of output in recessions

Component of GDP	Average share in GDP	Average share in fall in GDP in recessions relative to normal growth
Consumption		
Durables	8.5%	15.1%
Nondurables	25.4	10.3
Services	30.4	9.5
Investment		
Residential	4.8	10.7
Fixed nonresidential	10.6	20.3
Inventories	0.6	41.8
Net exports	-0.6	-11.4
Government purchases	20.3	3.8

- 第三个事实是，产出变动的不对称性。产出在较长的时间内**稍高于**其通常路径，而较短时间内**远低于**其通常路径。(衰退来得更快)

表 4.3 总结了经济衰退时一些重要宏观经济变量的行为。

TABLE 4.3 Behavior of some important macroeconomic variables in recessions

Variable	Average change in recessions	Number of recessions in which variable falls
Real GDP*	-3.9%	10/10
Employment*	-2.8%	10/10
Unemployment rate (percentage points)	+1.6	0/10
Average weekly hours, production workers, manufacturing	-2.2%	10/10
Output per hour, nonfarm business*	-1.7%	9/10
Inflation (GDP deflator; percentage points)	-0.1	4/10
Real compensation per hour, nonfarm business*	-0.6%	7/10
Nominal interest rate on 3-month Treasury bills (percentage points)	-1.5	9/10
Ex post real interest rate on 3-month Treasury bills (percentage points)	-1.2	7/10
Real money stock (M-2/GDP deflator)* [†]	-0.9%	3/7

4.2 波动理论

- 经济波动理论的一个极端是本章的 RBC 模型，另一个极端是传统凯恩斯主义模型。
- RBC 模型是瓦尔拉斯模型，即没有任何外部性、不对称信息、市场失灵、家庭异质性和不完全市场的竞争性模型。
 - 拉姆齐模型是瓦尔拉斯模型。RBC 模型在拉姆齐模型基础上进行两个扩展。
 - 第一，引入真实冲击（相对于货币冲击而言）：技术冲击或政府购买变动。如果没有冲击，拉姆齐模型将收敛于平衡增长路径。
 - 第二，引入就业。---劳动力市场
- 传统的凯恩斯主义模型（AD-AS）中，总量关系是假设的而非推导出来的、缺乏最优化的微观基础，存在非瓦尔拉斯特征如价格刚性

和不完全竞争（由此推导出菲利普斯曲线或 AS 曲线）。

- 本章的 RBC 在几个重要的方面都是失效的，一个应对思路是加入一些非瓦尔拉斯特征。
- 现代的 RBC（新凯恩斯 DSGE 模型）也包含价格粘性和工资粘性，以获得更好的模拟效果。

4.3 基本的实际经济周期模型

本模型是在第 2 章拉姆齐模型的离散时间版本基础之上进行扩展。

生产函数：

$$Y_t = K_t^\alpha (A_t L_t)^{1-\alpha}, \quad 0 < \alpha < 1.$$

资本的运动方程为：

$$\begin{aligned}
 K_{t+1} &= K_t + I_t - \delta K_t \\
 &= K_t + Y_t - C_t - G_t - \delta K_t.
 \end{aligned}$$

其中，产出 $Y=C+I+G$ ，而政府购买等于税收。

劳动和资本获得边际产出，实际工资和实际利率分别为：

$$\begin{aligned}
 w_t &= (1 - \alpha)K_t^\alpha(A_tL_t)^{-\alpha}A_t \\
 &= (1 - \alpha)\left(\frac{K_t}{A_tL_t}\right)^\alpha A_t, \\
 r_t &= \alpha\left(\frac{A_tL_t}{K_t}\right)^{1-\alpha} - \delta.
 \end{aligned}$$

代表性家庭最大化：

$$U = \sum_{t=0}^{\infty} e^{-\rho t} u(c_t, 1 - \ell_t) \frac{N_t}{H}.$$

其中， N 是人口数量， H 是家庭数量， N/H 是家庭成员数量， $c=C/N$ ， $l=L/N$ ，

人口增长方程为:

$$\ln N_t = \bar{N} + nt, \quad n < \rho, \quad \text{即} \quad N_t = e^{\bar{N} + nt}.$$

瞬时效用函数为

$$u_t = \ln c_t + b \ln(1 - \ell_t), \quad b > 0.$$

- 技术冲击

$$\ln A_t = \bar{A} + gt + \tilde{A}_t,$$

\tilde{A}_t 服从一阶自回归过程 AR(1):

$$\tilde{A}_t = \rho_A \tilde{A}_{t-1} + \varepsilon_{A,t}, \quad -1 < \rho_A < 1,$$

其中 $\varepsilon_{A,t}$ 是白噪声, 即互不相关的、均值为 0 的冲击。

- 政府购买冲击

$$\ln G_t = \bar{G} + (n + g)t + \tilde{G}_t,$$

$$\tilde{G}_t = \rho_G \tilde{G}_{t-1} + \varepsilon_{G,t}, \quad -1 < \rho_G < 1,$$

其中, $\varepsilon_{G,t}$ 是白噪声, 并且与 $\varepsilon_{A,t}$ 不相关。

4.4 家庭行为

本模型与离散时间版本拉姆齐模型两个最主要的区别是：引入了技术冲击和政府购买冲击，效用函数中引入了劳动。本节讨论这些特征对于家庭的影响。

1) 劳动供给的跨期替代

情形 1: 静态模型（一期模型）

家庭只有一个成员，其规划问题为：

$$\max \ln c + b \ln(1-l)$$

s.t.

$$c = wl$$

FOC:

$$\frac{1}{c} - \lambda = 0,$$

$$-\frac{b}{1-\ell} + \lambda w = 0.$$



$$-\frac{b}{1-\ell} + \frac{1}{\ell} = 0.$$

劳动供给独立于工资。解释：效用函数是对数形式，并且家庭无初始财富，因此工资变动的收入效应和替代效应相互抵消。

情形 2：两期模型

存活两期的家庭的规划问题为：

$$\text{Max} \quad \ln c_1 + b \ln(1 - \ell_1) + e^{-\rho} [\ln c_2 + b \ln(1 - \ell_2)]$$

s.t.

$$c_1 + \frac{1}{1+r}c_2 = w_1\ell_1 + \frac{1}{1+r}w_2\ell_2$$

构造拉格朗日函数为：

$$\begin{aligned}\mathcal{L} = & \ln c_1 + b \ln(1 - \ell_1) + e^{-\rho} [\ln c_2 + b \ln(1 - \ell_2)] \\ & + \lambda \left[w_1\ell_1 + \frac{1}{1+r}w_2\ell_2 - c_1 - \frac{1}{1+r}c_2 \right].\end{aligned}$$

FOC:

$$\frac{b}{1 - \ell_1} = \lambda w_1,$$

$$\frac{e^{-\rho}b}{1 - \ell_2} = \frac{1}{1+r}\lambda w_2.$$



$$\frac{1 - \ell_1}{1 - \ell_2} = \frac{1}{e^{-\rho}(1+r)} \frac{w_2}{w_1}.$$

两期的相对劳动供给取决于相对劳动工资。由于对数效用函数，两期闲

暇的替代弹性为 1。(替代弹性定义?)

劳动的跨期替代：劳动供给依赖于工资和利率。

(1). If w_1 rises relative to w_2 , then the household **increases** l_1 relative to l_2 .

(2). If r rises, then the household **increases** l_1 relative to l_2 .

【一些学者批判以上公式与现实不相符合。但是，不要用单个人的经验与感觉来分析，要从劳动大军整体来分析。记住：劳动参与率不是 100%】

2) 不确定情形下的家庭最优化

书上用的是扰动法求解。

扰动法不是真正意义上的求解方法，只能用来理解最优解。

求解方法 2：拉格朗日方法计算分散性均衡。构造家庭的优化问题，将利率和工资视为给定。

【一定条件下 $\frac{\partial E_{\xi} f(x, \xi)}{\partial x} = E_{\xi} \frac{\partial f(x, \xi)}{\partial x}$ ，可用黎曼积分性质来证明】

$$U = E_0 \left\{ \sum_{t=0}^{\infty} e^{-\rho t} u\left(\frac{C_t}{N_t}, 1 - \frac{L_t}{N_t}\right) \frac{N_t}{H} \right\}$$

s.t.
$$K_t(1+r_t) + W_t L_t = K_{t+1} + C_t$$

构造拉格朗日：

$$L = E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \left\{ e^{-\rho t} \frac{N_t}{H} \left[\ln\left(\frac{C_t}{N_t}\right) + b \ln\left(1 - \frac{L_t}{N_t}\right) \right] + \lambda_t \left[K_t(1+r_t) + W_t L_t - K_{t+1} - C_t \right] \right\}$$

一阶条件为（分别对 K_{t+1} ， L_t ， C_t ）：

$$\lambda_t = E_t [\lambda_{t+1}(1+r_{t+1})]$$

$$\lambda_t = \frac{be^{-\rho t}}{HW_t(1-l_t)} \quad (l_t = L_t / N_t)$$

$$\lambda_t = \frac{e^{-\rho t}}{H \cdot c_t} \quad (c_t = C_t / N_t)$$

化简：

$$\frac{1}{c_t} = e^{-\rho} E_t \left[\frac{1}{c_{t+1}} (1 + r_{t+1}) \right].$$

$$\frac{c_t}{1 - \ell_t} = \frac{w_t}{b}.$$

求解方法 3:

由于符合福利经济学第一定理，竞争性均衡是帕雷图最优均衡。所以计算中央计划者的社会最优问题也可以得到均衡。可以使用拉格朗日方法

或动态规划方法进行求解。请试一下。

（中央计划者）最大化家庭效用

$$U = E_0 \left\{ \sum_{t=0}^{\infty} e^{-\rho t} u\left(\frac{C_t}{N_t}, 1 - \frac{L_t}{N_t}\right) \frac{N_t}{H} \right\}$$

s.t.

$$K_{t+1} = K_t + [F(K_t, L_t) - C_t - G_t] - \delta K_t$$

4.5 模型的特殊情形

1) 简化假定

假设：

✧ $\delta=100\%$ ：有助于求解---显示解

✧ 没有政府购买：将注意力集中于技术冲击

因此，

$$K_{t+1} = Y_t - C_t,$$

$$1 + r_t = \alpha \left(\frac{A_t L_t}{K_t} \right)^{1-\alpha}.$$

2) 开始求解模型

- 由于市场是竞争性的，没有外部性，且人数有限，所以竞争性均衡是帕雷图最优的。
- 因此，有两种方法求解均衡。第一种，计算中央计划者的帕雷图最优均衡。第二种，计算竞争均衡。

- 两种方法都很常见。本节采用第二种方法，因为当模型发生变化使得帕雷图最优不再成立时，还可以使用第二种方法。

将

$$c_t = (1 - s_t)Y_t/N_t.$$

代入一阶条件

$$\frac{1}{c_t} = e^{-\rho} E_t \left[\frac{1}{c_{t+1}} (1 + r_{t+1}) \right].$$

两边取对数→

$$-\ln \left[(1 - s_t) \frac{Y_t}{N_t} \right] = -\rho + \ln E_t \left[\frac{1 + r_{t+1}}{(1 - s_{t+1}) Y_{t+1} / N_{t+1}} \right].$$

而

$$\begin{aligned} 1 + r_{t+1} &= \alpha Y_{t+1} / K_{t+1} \\ K_{t+1} &= Y_t - C_t = s_t Y_t. \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
& -\ln(1-s_t) - \ln Y_t + \ln N_t \\
& = -\rho + \ln E_t \left[\frac{\alpha Y_{t+1}}{K_{t+1}(1-s_{t+1})Y_{t+1}/N_{t+1}} \right] \\
& = -\rho + \ln E_t \left[\frac{\alpha N_{t+1}}{s_t(1-s_{t+1})Y_t} \right] \\
& = -\rho + \ln \alpha + \ln N_t + n - \ln s_t - \ln Y_t + \ln E_t \left[\frac{1}{1-s_{t+1}} \right],
\end{aligned}$$

其中使用了 N_{t+1} 的增长率为 n 。



$$\ln s_t - \ln(1-s_t) = -\rho + n + \ln \alpha + \ln E_t \left[\frac{1}{1-s_{t+1}} \right].$$

猜测：存在一个常数的储蓄率 s 满足上式。有，

$$\ln \hat{s} = \ln \alpha + n - \rho,$$



$$\hat{s} = \alpha e^{n-\rho}.$$

因此，储蓄率不变。猜测正确---Guess and verify.

使用 $c=C/N=(1-s)Y/N$,

$$\frac{c_t}{1-\ell_t} = \frac{w_t}{b}.$$

取对数，可以重新写为

$$\ln \left[(1-\hat{s}) \frac{Y_t}{N_t} \right] - \ln(1-\ell_t) = \ln w_t - \ln b.$$

CD 生产函数→

$$w_t = (1-\alpha)Y_t/(\ell_t N_t).$$

合并以上两个方程，得到

$$\begin{aligned} \ln(1-\hat{s}) + \ln Y_t - \ln N_t - \ln(1-\ell_t) \\ = \ln(1-\alpha) + \ln Y_t - \ln \ell_t - \ln N_t - \ln b. \end{aligned}$$



$$\ln \ell_t - \ln(1 - \ell_t) = \ln(1 - \alpha) - \ln(1 - \hat{s}) - \ln b.$$



$$\begin{aligned}\ell_t &= \frac{1 - \alpha}{(1 - \alpha) + b(1 - \hat{s})} \\ &\equiv \hat{\ell}.\end{aligned}$$

因此，劳动供给不变。解释：虽然家庭存在跨期替代，但是在此特殊模型中，工资效应和利率效应相互抵消了。

3) 进一步**求解**产出：产出（缺口）**表示成滞后项和外生变量的函数**
由生产函数

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



$$\ln Y_t = \alpha \ln K_t + (1 - \alpha)(\ln A_t + \ln L_t).$$

前面一节已经证明了：

$$K_t = \hat{s}Y_{t-1} \text{ and } L_t = \hat{\ell}N_t;$$

因此，

$$\begin{aligned}\ln Y_t &= \alpha \ln \hat{s} + \alpha \ln Y_{t-1} + (1 - \alpha)(\ln A_t + \ln \hat{\ell} + \ln N_t) \\ &= \alpha \ln \hat{s} + \alpha \ln Y_{t-1} + (1 - \alpha)(\bar{A} + gt) \\ &\quad + (1 - \alpha)\tilde{A}_t + (1 - \alpha)(\ln \hat{\ell} + \bar{N} + nt),\end{aligned}$$

此处使用了技术和人口的运动方程 $\ln A_t = \bar{A} + gt + \tilde{A}_t$ and $\ln N_t = \bar{N} + nt$

将上述方程写为：

$$\ln Y_t - (n + g)t = Q + \alpha[\ln Y_{t-1} - (n + g)(t - 1)] + (1 - \alpha)\tilde{A}_t$$

其中

$$Q \equiv \alpha \ln \hat{s} + (1 - \alpha)[\bar{A} + \ln \bar{\ell} + \bar{N}] - \alpha(n + g)$$

在没有 A 的冲击的平衡增长路径上， $\tilde{A}_t = 0$ ， Y_t 的增长率为 $n+g$ 。有：

$$\ln Y_t - \ln Y_{t-1} = n + g$$

因此，求解稳态下的产出水平如下：

$$\begin{aligned}\ln Y_t - (n+g)t &= Q + \alpha[\ln Y_t - (n+g) - (n+g)(t-1)] \\ &= Q + \alpha[\ln Y_t - (n+g)t]\end{aligned}$$

→

$$[\ln Y_t - (n+g)t](1-\alpha) = Q$$

→

$$\ln Y_t^* = \frac{Q}{1-\alpha} + (n+g)t$$

定义 $\tilde{Y}_t = \ln Y_t - \ln Y_t^*$ 为 Y 偏离平衡增长路径的百分比。有：

$$\tilde{Y}_t = \ln Y_t - \frac{Q}{1-\alpha} - (n+g)t \quad (*)$$

$$\tilde{Y}_{t-1} = \ln Y_{t-1} - \frac{Q}{1-\alpha} - (n+g)(t-1)$$

→

$$\alpha \ln Y_{t-1} = \alpha \tilde{Y}_{t-1} + \frac{\alpha}{1-\alpha} Q + \alpha(n+g)(t-1)$$

将上式代入

$$\begin{aligned} \ln Y_t &= \alpha \ln \hat{s} + \alpha \ln Y_{t-1} + (1-\alpha)(\ln A_t + \ln \hat{\ell} + \ln N_t) \\ &= \alpha \ln \hat{s} + \alpha \ln Y_{t-1} + (1-\alpha)(\bar{A} + gt) \\ &\quad + (1-\alpha)\tilde{A}_t + (1-\alpha)(\ln \hat{\ell} + \bar{N} + nt), \end{aligned}$$

再使用(*)式，得到

$$\begin{aligned} \tilde{Y}_t &= \alpha \ln \hat{s} + \alpha \tilde{Y}_{t-1} + \frac{\alpha}{1-\alpha} Q + \alpha(n+g)(t-1) \\ &\quad + (1-\alpha)[\bar{A} + g_t + \tilde{A}_t + \ln \hat{w} + \bar{N} + nt] \\ &\quad - \frac{Q}{1-\alpha} - (n+g)t \end{aligned}$$



$$\tilde{Y}_t = \alpha \tilde{Y}_{t-1} + (1-\alpha)\tilde{A}_t \quad (\text{更简单的求法?})$$



$$\tilde{Y}_{t-1} = \alpha \tilde{Y}_{t-2} + (1-\alpha) \tilde{A}_{t-1} \quad (**)$$



$$\tilde{A}_{t-1} = \frac{1}{1-\alpha} (\tilde{Y}_{t-1} - \alpha \tilde{Y}_{t-2}) \quad (***)$$

而按照定义：

$$\tilde{A}_t = \rho_A \tilde{A}_{t-1} + \varepsilon_{A,t}. \quad (****)$$

将此式和(***)式代入(**)式，得到

$$\begin{aligned} \tilde{Y}_t &= \alpha \tilde{Y}_{t-1} + (1-\alpha)(\rho_A \tilde{A}_{t-1} + \varepsilon_{A,t}) \\ &= \alpha \tilde{Y}_{t-1} + \rho_A (\tilde{Y}_{t-1} - \alpha \tilde{Y}_{t-2}) + (1-\alpha) \varepsilon_{A,t} \\ &= (\alpha + \rho_A) \tilde{Y}_{t-1} - \alpha \rho_A \tilde{Y}_{t-2} + (1-\alpha) \varepsilon_{A,t}. \end{aligned}$$

此处第一个等式使用了(****)式，第二个等式使用了(***)式。

因此，对数产出对其稳态路径的偏离（称为**产出缺口**）服从 AR(2)过程，即 \tilde{Y} 可以被写为其前两期的一个线性组合加上一个白噪声冲击。

结论：

- \tilde{Y} 的一阶滞后系数为正，二阶滞后系数为负，两者的结合使得产出对扰动具有“驼峰形（hump shaped）”反应。如， $\alpha=1/3$ ， $\rho_A=0.9$ ，见下图。

1.0000000000000000

1.2333333333333333

1.2211111111111111

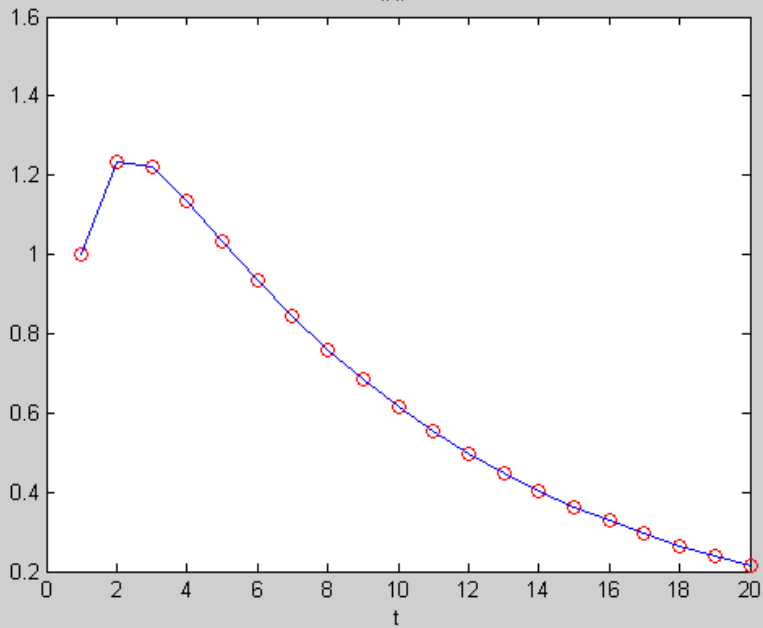
1.13603703703704

1.03477901234568

0.93541633744856

0.84324644581619
0.75937904860540
0.68359355953513
0.61528500884504
0.55377344304835
0.49840174377278
0.44856345107193
0.40370773319021
0.36333716894635
0.32700352174343
0.29430319279966
0.26487288126322
0.23838559571807
0.21454703700666

IRF



```
%hump-shaped  
alpha=1/3;  
pho=0.9;  
Y_wave(1)=1;  
Y_wave(2)=(alpha+pho)*Y_wave(1);  
for i=3:20  
    Y_wave(i)=(alpha+pho)*Y_wave(i-1)-alpha*pho*Y_wave(i-2);  
end;  
plot(Y_wave,'ro')  
hold on  
plot(Y_wave)  
Y_wave'
```

- 由于 α 不大，所以产出的动力系统在很大程度上取决于技术冲击的持久性参数， ρ_A 。若 $\alpha=1/3$ ， $\rho_A=0.5$ ，初始影响在三期过后就消失了 $2/3$ 。这说明，本模型不具备任何机制将瞬时技术冲击转变为显著的长期持续的产出变动。

对本模型的评价：

- 驼峰形反应与美国现实吻合。
- 但是，本特例模型并未很好地与波动的主要特征相匹配。最明显的是，
 - 本模型的储蓄率不变，因而消费和投资同等地波动。而实际上，投资变动远大于消费变动，
 - 本模型的劳动投入不变。而实际上，就业和工作时间是强烈地顺周期的。

- 本模型的实际工资等于 $(1-\alpha)Y/L$ ，是强烈顺周期的。而实际上，实际工资是中度的顺周期的。
- 使本模型符合实际的修正方法：下一节将引入低于 100%的折旧和政府购买冲击，这将改善模型对就业变动、储蓄变动和实际工资的变动的预测。（理由见书上）

4.6 一般情形的模型求解

两种研究方法：

- 传统的 RBC 模型是，首先选择参数数值，然后讨论各种宏观经济变量的方差和协方差（然后对比模型结果与实际数据）。
- 但是，Campbell (1994) 认为，还应该讨论模型中变量对于冲击的反应方式（脉冲响应分析），具体而言，在无冲击时模型的平衡增长路径附近，对对数变量模型的方程求一阶泰勒近似，然后讨论各种变量偏离均衡之间的关系和性质。

本节将 Campbell (1994) 方法应用到 4.3 节模型，但是仍然很麻烦。

1) 在平衡增长路径附近对模型进行对数线性化

模型的状态变量：资本、政府购买、技术

模型的内生变量：消费和劳动

我们希望找到：

$$\tilde{C}_t \simeq a_{CK} \tilde{K}_t + a_{CA} \tilde{A}_t + a_{CG} \tilde{G}_t,$$

$$\tilde{L}_t \simeq a_{LK} \tilde{K}_t + a_{LA} \tilde{A}_t + a_{LG} \tilde{G}_t,$$

求解思路：待定系数法

我们将利用如下两个家庭最优化方程，来计算各个 a 。

$$\frac{1}{c_t} = e^{-\rho} E_t \left[\frac{1}{c_{t+1}} (1 + r_{t+1}) \right].$$

$$\frac{c_t}{1 - \ell_t} = \frac{w_t}{b}.$$

2) 期内一阶条件：

$$\frac{c_t}{1-\ell_t} = \frac{w_t}{b}.$$

$$c = C/N \text{ and } \ell = L/N.$$



$$\ln c_t = \ln C_t - \ln N_t$$

$$\ln l_t = \ln L_t - \ln N_t$$

➔ 因为劳动力单调增长，没有冲击，所以其自身等于稳态值，

$$\bar{C}_t = \tilde{C}_t$$

$$\bar{\ell}_t = \tilde{\ell}_t$$

消费和劳动供给之间的替代关系：

$$\frac{c_t}{1-\ell_t} = \frac{w_t}{b}.$$

+

$$w_t = (1 - \alpha) K_t^\alpha (A_t L_t)^{1-\alpha} A_t$$

$$= (1 - \alpha) \left(\frac{K_t}{A_t L_t} \right)^\alpha A_t,$$

→

$$\ln c_t - \ln(1 - \ell_t) = \ln\left(\frac{1 - \alpha}{b}\right) + (1 - \alpha) \ln A_t + \alpha \ln K_t - \alpha \ln L_t.$$

平衡增长路径上的对应方程为：

$$\ln c - \ln(1 - l) = \ln((1 - \alpha)/b) + (1 - \alpha) \ln A + \alpha \ln K - \alpha \ln L$$

因此，

→

$$\tilde{c}_t + \frac{\ell^*}{1 - \ell^*} \tilde{L}_t = (1 - \alpha) \tilde{A}_t + \alpha \tilde{K}_t - \alpha \tilde{L}_t.$$

+

$$\tilde{C}_t \simeq a_{CK} \tilde{K}_t + a_{CA} \tilde{A}_t + a_{CG} \tilde{G}_t,$$

$$\tilde{L}_t \simeq a_{LK} \tilde{K}_t + a_{LA} \tilde{A}_t + a_{LG} \tilde{G}_t,$$

→

$$\begin{aligned} & a_{CK} \tilde{K}_t + a_{CA} \tilde{A}_t + a_{CG} \tilde{G}_t + \left(\frac{\ell^*}{1 - \ell^*} + \alpha \right) (a_{LK} \tilde{K}_t + a_{LA} \tilde{A}_t + a_{LG} \tilde{G}_t) \\ &= \alpha \tilde{K}_t + (1 - \alpha) \tilde{A}_t. \end{aligned}$$

→

$$\begin{aligned} & a_{CK} + \left(\frac{\ell^*}{1 - \ell^*} + \alpha \right) a_{LK} = \alpha, \\ & a_{CA} + \left(\frac{\ell^*}{1 - \ell^*} + \alpha \right) a_{LA} = 1 - \alpha, \\ & a_{CG} + \left(\frac{\ell^*}{1 - \ell^*} + \alpha \right) a_{LG} = 0. \end{aligned}$$

现在是三个方程，而有六个系数变量，所以还需要另外三个方程才能求

解。

3) 跨期一阶条件:

$$\frac{1}{c_t} = e^{-\rho} E_t \left[\frac{1}{c_{t+1}} (1 + r_{t+1}) \right].$$

更加麻烦。得到关于 a 的另外 3 个方程。

4.7 含义

Following Campbell, assume that each period corresponds to a quarter, and take for baseline parameter values $\alpha = \frac{1}{3}$, $g = 0.5\%$, $n = 0.25\%$, $\delta = 2.5\%$, $\rho_A = 0.95$, $\rho_G = 0.95$, and \bar{G} , ρ , and b such that $(G/Y)^* = 0.2$, $r^* = 1.5\%$, and $\ell^* = \frac{1}{3}$.¹⁸

1) 技术冲击的影响

One can show that these parameter values imply $a_{LA} \simeq 0.35$, $a_{LK} \simeq -0.31$, $a_{CA} \simeq 0.38$, $a_{CK} \simeq 0.59$, $b_{KA} \simeq 0.08$, and $b_{KK} \simeq 0.95$. These values can be

IRF.

$$\tilde{A}_t = \rho_A \tilde{A}_{t-1} + \varepsilon_{A,t}$$

$$\tilde{G}_t = \rho_G \tilde{G}_{t-1} + \varepsilon_{G,t}$$

$$\tilde{C}_t \simeq a_{CK} \tilde{K}_t + a_{CA} \tilde{A}_t + a_{CG} \tilde{G}_t,$$

$$\tilde{L}_t \simeq a_{LK} \tilde{K}_t + a_{LA} \tilde{A}_t + a_{LG} \tilde{G}_t,$$

$$\tilde{K}_{t+1} \approx b_{KK} \tilde{K}_t + b_{KA} \tilde{A}_t + b_{KG} \tilde{G}_t$$

$$\tilde{Y}_t =: \alpha \tilde{K}_t + (1 - \alpha)(\tilde{L}_t + \tilde{A}_t)$$

$$=: \alpha \tilde{K}_t + (1 - \alpha)(a_{LK} \tilde{K}_t + a_{LA} \tilde{A}_t + a_{LG} \tilde{G}_t + \tilde{A}_t)$$

$$=: [\alpha + (1 - \alpha)a_{LK}] \tilde{K}_t + (1 - \alpha)(1 + a_{LA}) \tilde{A}_t + (1 - \alpha)a_{LG} \tilde{G}_t$$

%RBC model from Romer(1990) P169

K_wave(1)=0;A_wave(1)=1;%percent

pho=0.95;

a_CK=0.59;a_CA=0.38;a_LK=-0.31;a_LA=0.35;

for t=1:40;

 C_wave(t)=a_CK*K_wave(t)+a_CA*A_wave(t);

 A_wave(t+1)=pho*A_wave(t);

 L_wave(t)=a_LK*K_wave(t)+a_LA*A_wave(t);

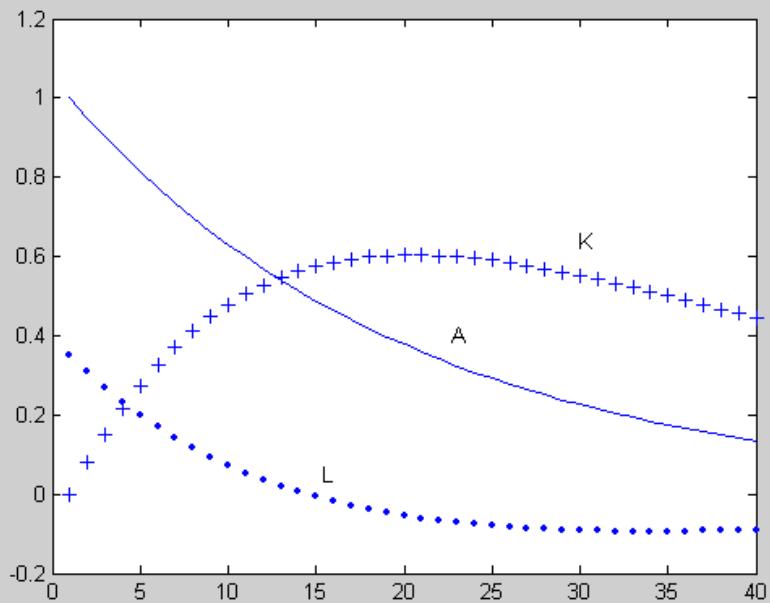
 K_wave(t+1)=0.95*K_wave(t)+0.08*A_wave(t);

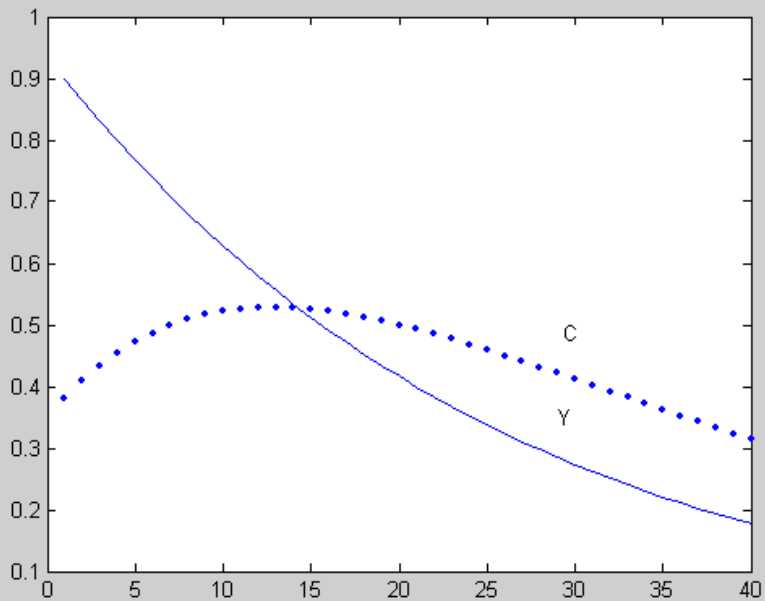

```

Y_wave(t)=(1/3+(2/3)*(-0.31))*K_wave(t)+(2/3)*(1+0.35)*A_wave(t);
w_wave(t)=1/3*(K_wave(t)-A_wave(t)-L_wave(t))+A_wave(t);
r_wave(t)=2/3*(A_wave(t)+L_wave(t)-K_wave(t))*(1.5/100+2.5/100)/exp(1.5/100);
end;
plot(1:40,A_wave(1:40));hold on;
plot(1:40,L_wave(1:40),'.');plot(1:40,K_wave(1:40),'+');
plot(1:40,Y_wave(1:40));hold on;plot(1:40,C_wave(1:40),'.');

```

更一般的 DSGE 模型求解方法： 计算机数值求解，Dynare，以后有机会详细讲解。





- A: 根据假设 $\rho_A=0.95$ ，技术冲击对技术水平的影响缓慢减弱。
- K: 资本逐渐积累，然后缓慢地回到正常水平；其峰值效应出现在 20 个季度后，资本增加 0.6%。
- L: 在冲击发生期劳动供给跃升 0.35%，然后相对迅速地下降，在 15 个季度后缓慢降至正常水平以下；在 33 个季度后到达低点 -0.09%，然后缓慢回到正常水平。

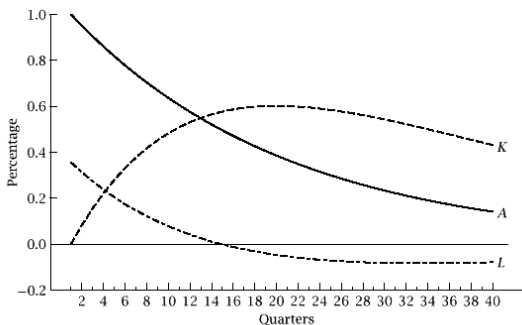


FIGURE 4.2 The effects of a 1 percent technology shock on the paths of technology, capital, and labor

- Y: A、K、L 变动的总效应是，Y 产出在冲击发生期上升，然后逐渐回到正常水平。
- C: 消费的反应比产出小且更加缓慢；这说明投资比消费更易变动。

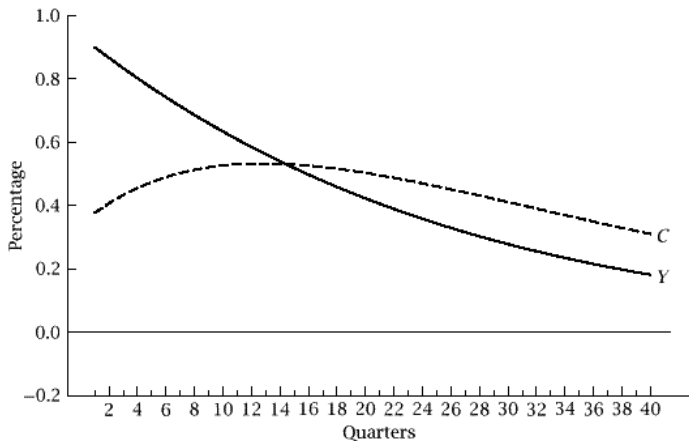
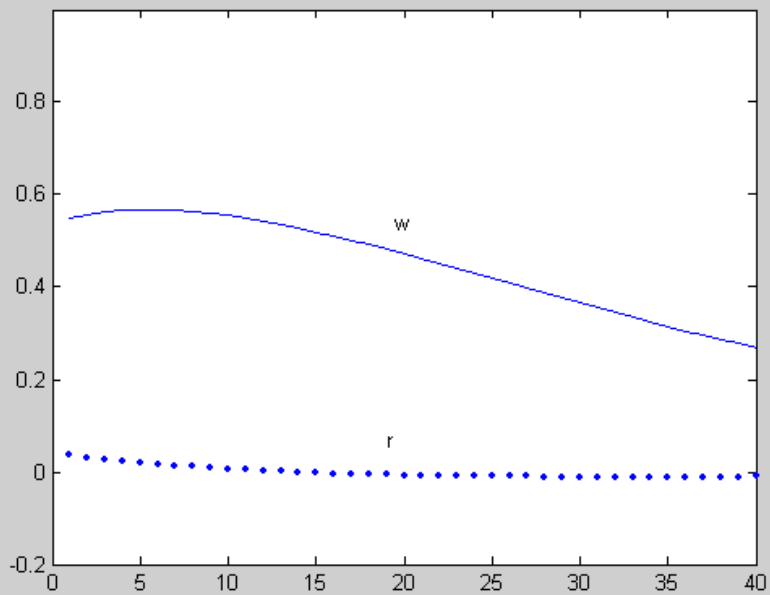


FIGURE 4.3 The effects of a 1 percent technology shock on the paths of output and consumption



- w : 工资先上升，然后非常缓慢地返回到正常水平。
- r : 利率在冲击发生期上升大约一个百分点的 $1/7$ ，然后相当迅速地回到正常水平；由于资本存量变动比劳动供给变动缓慢，所以利率在 14 个季度后跌至正常水平以下。由于 w 变化较小，所以利率的变化是劳动供给后续变动的主要原因。

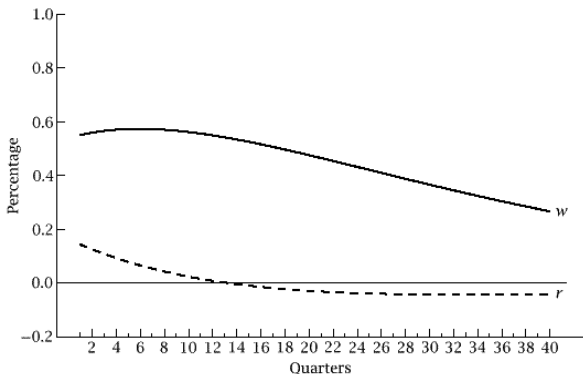


FIGURE 4.4 The effects of a 1 percent technology shock on the paths of the wage and the interest rate

- 参数 ρ_A 对计算结果最为敏感。
- 跨期替代弹性的取值也影响计算结果。

Story—IRF 后的经济学故事：

财富效应及跨期替代效应，如初始时：

正的技术冲击→产出增加→家庭终生财富增加→消费增加，劳动供给减少；

但，技术冲击递减直至消失，所以，当前进行生产比以后进行生产更有利可图，替代效应→劳动供给应该增加

综合起来：资本折旧率 $<100\%$ 时，替代效应强于财富效应，短期内劳动供给增加。

中期内呢？复杂的动态系统。最后收敛到稳态。

3) 政府购买变动的影响

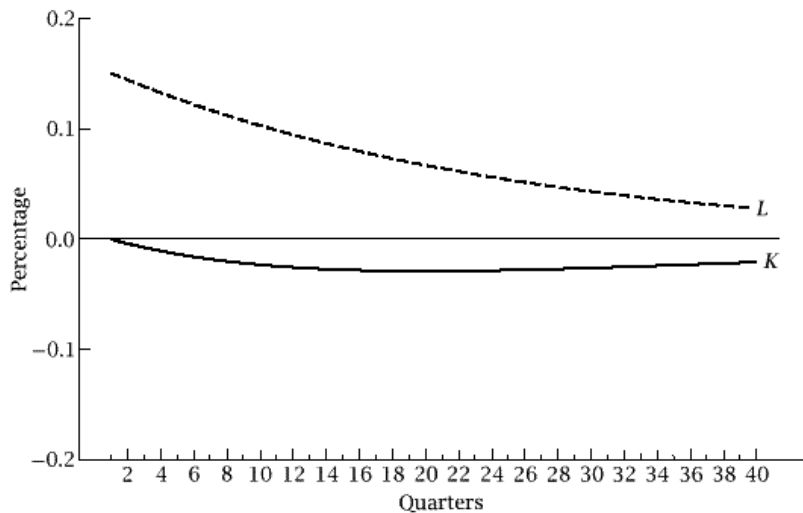


FIGURE 4.5 The effects of a 1 percent government-purchases shock on the paths of capital and labor

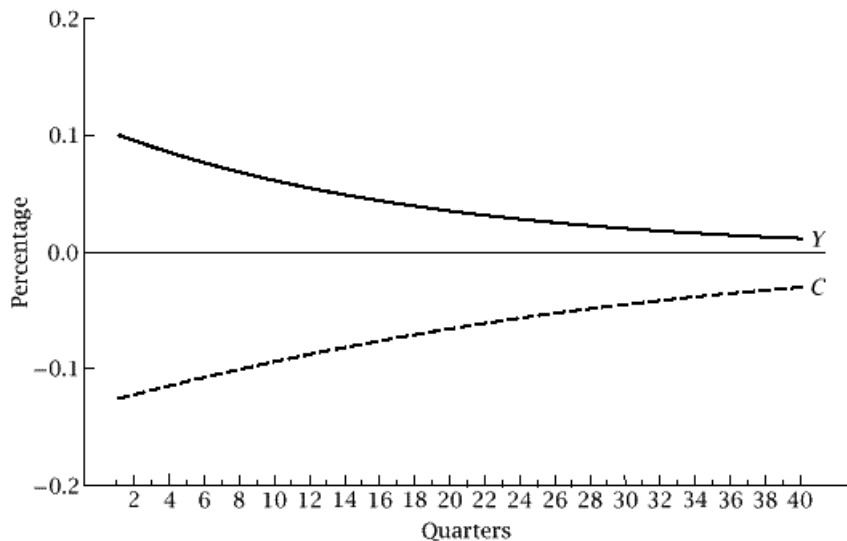


FIGURE 4.6 The effects of a 1 percent government-purchases shock on the paths of output and consumption

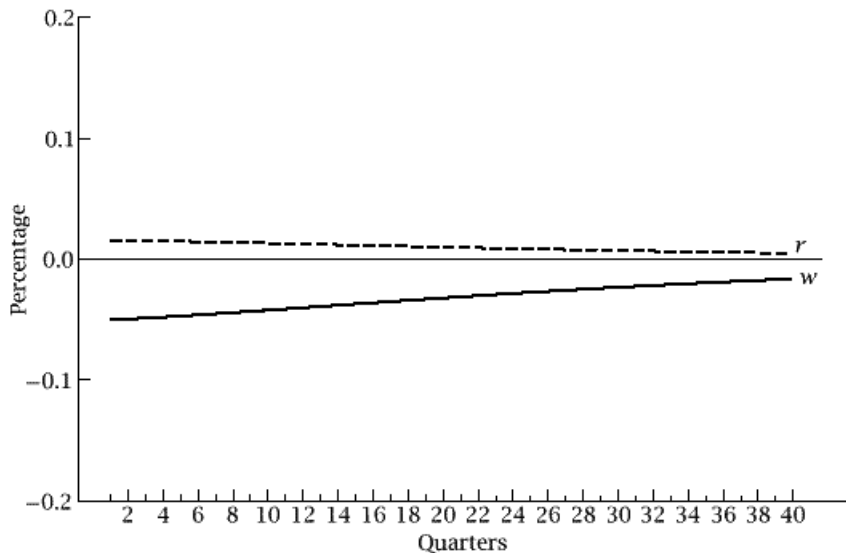


FIGURE 4.7 The effects of a 1 percent government-purchases shock on the paths of the wage and the interest rate

4.8 经验性应用：产出波动的持久性

补充一些计量经济学知识（简单复习）：

1、平稳性

定义：随机过程 $\{y_t\}$ 是弱平稳的（weakly stationary, covariance stationary），若

(1) Ey_t 与 t 无关

(2) $\text{var}(y_t)$ 是与 t 无关的常数

(3) $\text{cov}(y_t, y_s)$ 是 $t-s$ 的函数，但不是 t 或 s 的函数

2、AR(1)过程

定义： y_t 服从一阶自回归过程（autoregressive process），记为 $\text{AR}(1)$ ，
若

$$y_t = \mu + \rho y_{t-1} + \varepsilon_t$$

其中 ε_t 是白噪声 (white noise, 即 $E\varepsilon_t = 0$, $\text{var}(\varepsilon_t) = \sigma^2$, $\text{cov}(\varepsilon_t, \varepsilon_s) = 0$), $|\rho| < 1$ 。【 ε_t 是 y_{t-1} 所不能预测的白噪声, 这意味着 $E(\varepsilon_t | y_{t-1}) = 0$ 】

3、AR(1)过程是平稳序列吗？

若 y_t 服从 AR(1) 过程，

$$y_t = \mu + \rho y_{t-1} + \varepsilon_t$$

试计算 y_t 的均值、方差和自相关函数。

定理：若 $|\rho| < 1$ ，则 AR(1) 过程是平稳过程。因为

$$(1) \quad E y_t = \frac{\mu}{1 - \rho}$$

$$(2) \quad \text{cov}(y_t, y_{t+h}) = \frac{\sigma^2 \rho^{|h|}}{1 - \rho^2}, \quad \text{var}(y_t) = \frac{\sigma^2}{1 - \rho^2}$$

$$(3) \quad \rho(t, h) = \rho^{|h|} \quad (\text{相关系数})$$

证明:

$$(1) \quad E y_t = E \left(\frac{\mu}{1-\rho} + \varepsilon_t + \sum_{i=1}^{\infty} \rho^i \varepsilon_{t-i} \right) = \frac{\mu}{1-\rho}$$

(2) 若 $h > 0$, 依据协方差的定义, 有

$$\begin{aligned} \text{cov}(y_t, y_{t-h}) &= \text{cov}(\sum_{i=0}^{\infty} \rho^i \varepsilon_{t-i}, \sum_{j=0}^{\infty} \rho^j \varepsilon_{t-h-j}) \\ &= \sum_{i=0}^{\infty} \sum_{j=0}^{\infty} \rho^{i+j} \text{cov}(\varepsilon_{t-i}, \varepsilon_{t-h-j}) \\ &= \sum_{j=0}^{\infty} \sum_{i=0}^{\infty} \rho^{i+j} \text{cov}(\varepsilon_{t-i}, \varepsilon_{t-h-j}) \\ &= \sum_{j=0}^{\infty} \rho^{h+2j} \text{var}(\varepsilon_{t-h-j}) \\ &= \sigma^2 \sum_{j=0}^{\infty} \rho^{h+2j} \\ &= \sigma^2 \frac{\rho^h}{1-\rho^2} \end{aligned}$$

$$(3) \quad \rho(t, h) = \frac{\text{cov}(y_t, y_{t-h})}{\text{var}(y_t)} = \rho^{|h|}$$

引理：若 $E(X|Y)=0$ ，则 $\text{cov}(X, Y)=0$ 。

证明： $E(X|Y)=0 \rightarrow E(X)=0$

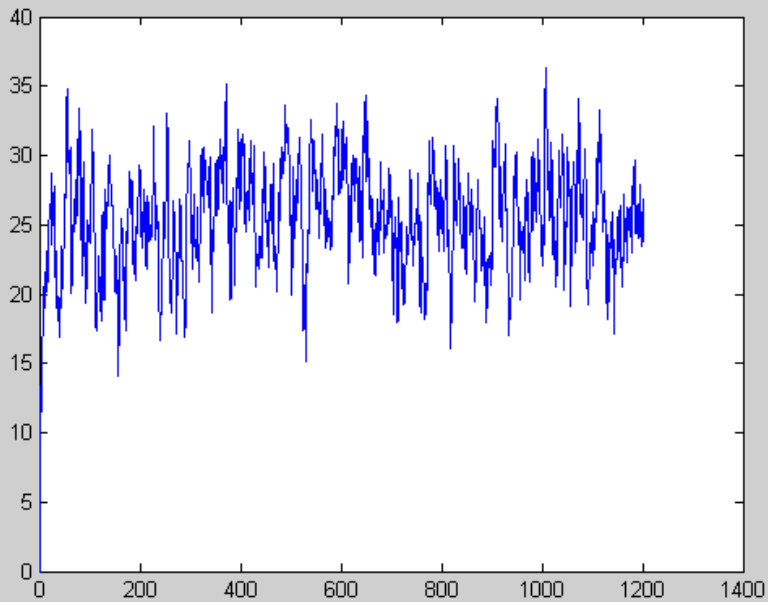
$$\text{cov}(X, Y) = E(XY) - E(X)E(Y) = E(XY) = E[E(XY|Y)] = E[YE(X|Y)] = 0$$

第二种证明方法：

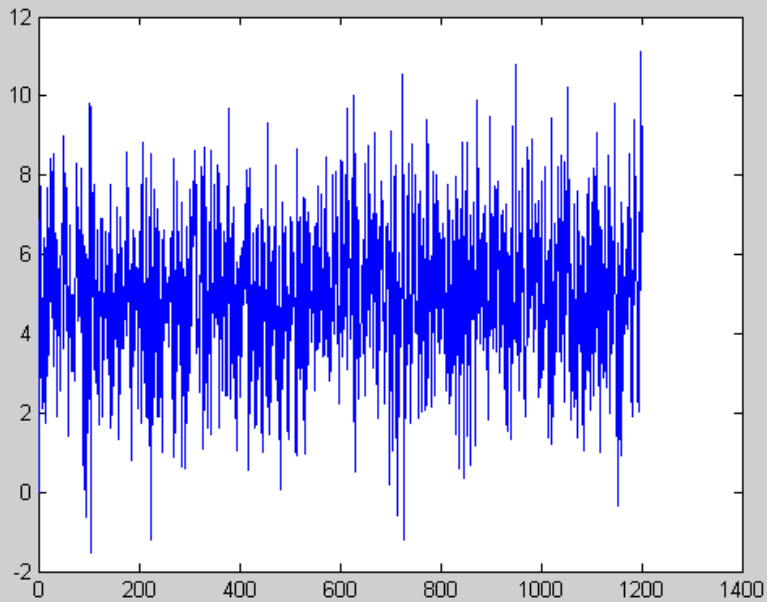
$$E(\varepsilon_t | y_{t-1}) = 0 \rightarrow \text{cov}(\varepsilon_t, y_{t-1}) = 0$$

$$y_t = \mu + \rho y_{t-1} + \varepsilon_t \rightarrow \text{var}(y_t) = \text{var}(\rho y_{t-1}) + \text{var}(\varepsilon_t) + 2 \text{cov}(\rho y_{t-1}, \varepsilon_t)$$

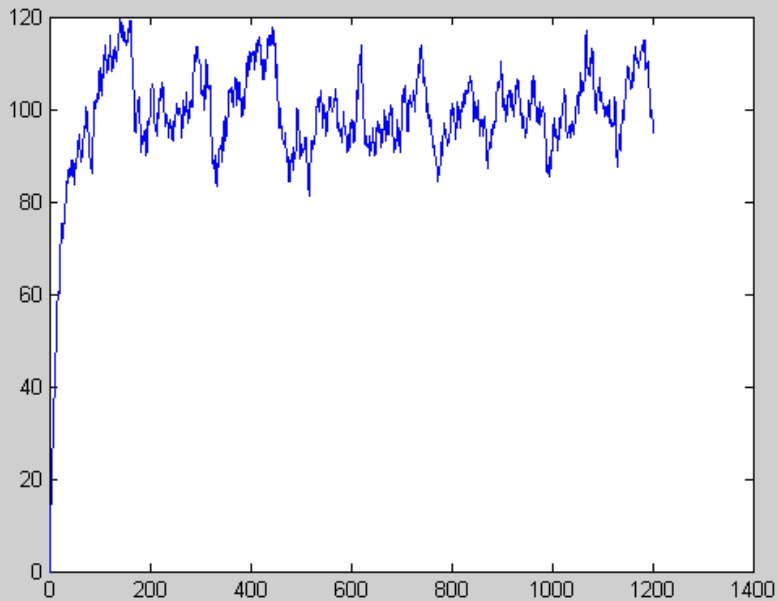
下面分别给出时间序列的图形和程序。是平稳过程吗？



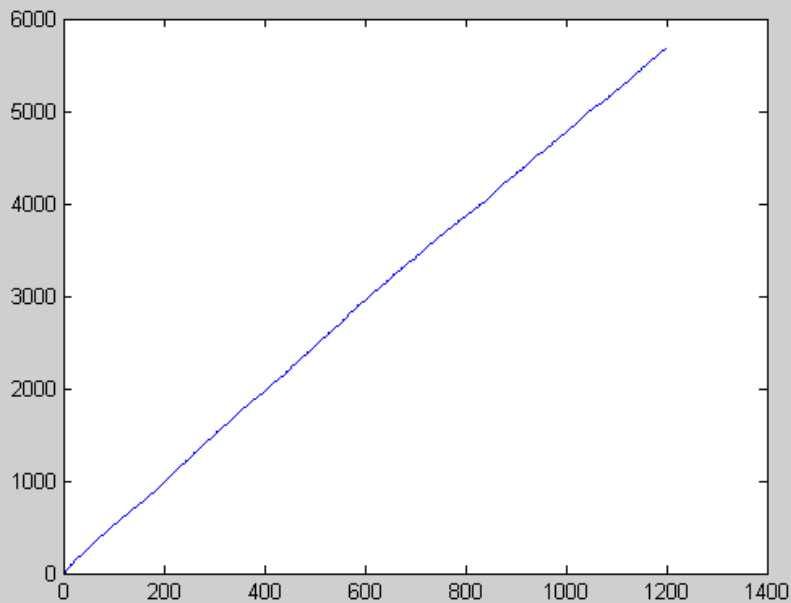
```
y(1)=0;  
for t=1:1200  
y(t+1)=5+0.8*y(t)+2*randn;  
end;  
plot(y)
```



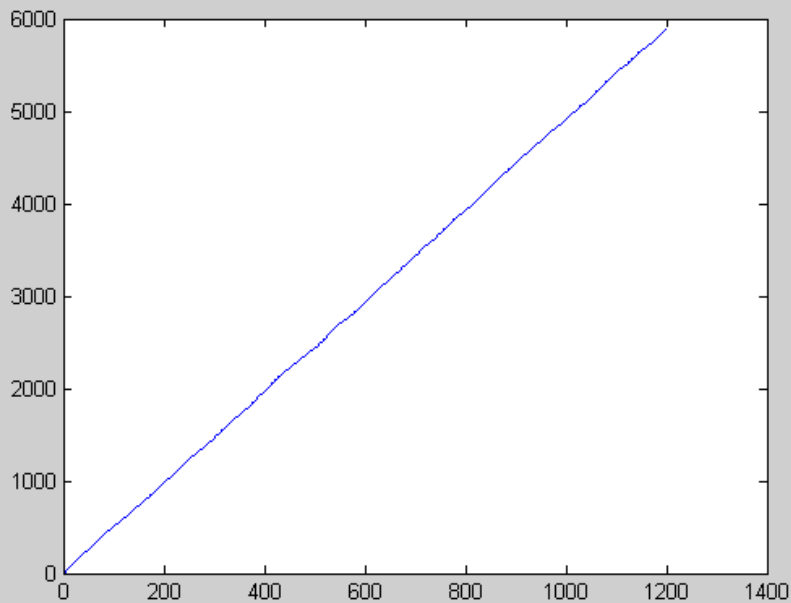
```
y(1)=0;  
for t=1:1200  
y(t+1)=5+0.0001*y(t)+2*randn;  
end;  
plot(y)
```



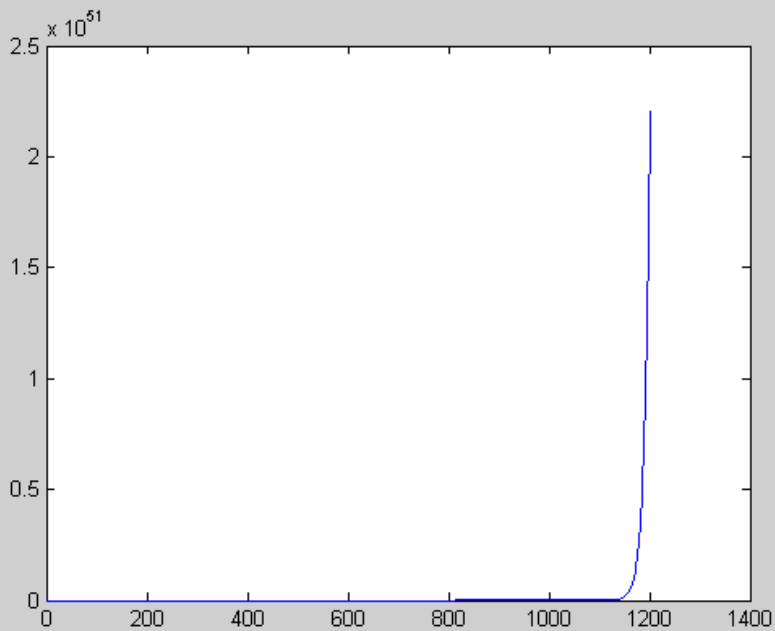
```
y(1)=0;  
for i=1:1200  
y(t+1)=5+0.95*y(t)+2*randn;  
end;  
plot(y)
```




```
y(1)=0;  
for t=1:1200  
y(t+1)=5+0.9999*y(t)+2*randn;  
end;  
plot(y)
```



```
y(1)=0;  
for t=1:1200  
y(t+1)=5+1.0*y(t)+2*randn;  
end;  
plot(y)
```



```
y(1)=0;  
for t=1:1200  
y(t+1)=5+1.1*y(t)+2*randn;  
end;  
plot(y)
```

4、积分过程

积分/积整过程 (integrated process), 也译为“单整过程”或者“求和过程”。

定义：时间序列 $\{y_t\}$ 是**非平稳过程**，但是一阶差分以后

$$\Delta y_t = (1-L)y_t = y_t - y_{t-1}$$

是**平稳过程**。称 $\{y_t\}$ 为一阶积分过程，记为 $I(1)$ 。

定义： $I(d)$ 过程，若 $\Delta^d y_t = (1-L)^d y_t$ 是平稳过程。

显然， $I(0)$ 过程是平稳序列。

当回归模型中含有非平稳的 $I(d)$ 序列时，一般情况下会使得残差(随机扰动项)也是非平稳的，从而常规的统计推断都不再成立。

因此必须检验被解释变量和解释变量是不是平稳的。标准的检验方

法是“单位根检验”。

5、单位根

单位根过程 (unit root)

⇔ 随机游动 (random walk)

⇔ I(1)过程

⇔ $\rho = 1$ 的 AR(1)过程

使用数学记号表示为

$$y_t = \mu + y_{t-1} + \varepsilon_t$$

其中 ε_t 是白噪声。

练习：计算 I(1)过程的(conditional)均值和方差

$$\begin{aligned}y_t &= \mu + y_{t-1} + \varepsilon_t \\&= \mu + (\mu + y_{t-2} + \varepsilon_{t-1}) + \varepsilon_t \\&= y_0 + \mu t + \sum_{i=1}^t \varepsilon_i\end{aligned}$$

$$Ey_t = Ey_0 + \mu t$$

$$\text{var}(y_t) = \text{var}(y_0) + \sigma^2 t$$

单位根的含义：持久性的冲击

以 $\mu = 0$ 为例。

✧ $y_t = y_{t-1} + \varepsilon_t$ 推出

$$\begin{aligned}
 y_t &= y_{t-1} + \varepsilon_t \\
 &= y_0 + \sum_{i=1}^t \varepsilon_i
 \end{aligned}$$

$$\rightarrow E(y_t | y_0) = y_0$$

✧ 对比 $y_t = \rho y_{t-1} + \varepsilon_t$ 推出

$$y_t = \rho^t y_0 + \rho^{t-1} \varepsilon_1 + \dots + \rho \varepsilon_{t-1} + \varepsilon_t$$

$$\rightarrow E(y_t | y_0) = \rho^t y_0$$

【注：这个和 ch6 中的 long lasting effects 持久性效应中文一样，含义却完全不同！】

6、单位根检验

(1) DF 检验 (Dickey-Fuller test)

$$y_t = \mu + \rho y_{t-1} + \varepsilon_t$$

等价于

$$y_t - y_{t-1} = \mu + (\rho - 1)y_{t-1} + \varepsilon_t$$

$$\Delta y_t = \mu + \gamma y_{t-1} + \varepsilon_t$$

其中 $\gamma = \rho - 1$ 。

如果存在单位根，即 $\rho = 1$ ，那么 $\gamma = 0$ 。因此定义原假设

$$H_0: \gamma = 0$$

等价于

$$H_0: \rho = 1$$

似乎可以直接对 $\Delta y_t = \mu + \gamma y_{t-1} + \varepsilon_t$ 进行线性回归，并进行系数 γ 的 t 检验，但是这是不对的。因为在存在单位根的原假设下，系数的 t 统计量不再服从常规的 t 分布了。

Dickey 和 Fuller (1979) 证明了分布不是标准的 t 分布，并模拟了给定样本大小的临界值。

定理 (Dickey-Fuller 检验): 若 H_0 为真, 那么

$$\Pr(T(1-\tilde{\rho}_T) > 21.8 | H_0 \text{ 为真}) = 0.05$$

$$\Pr(\tilde{t}_T > 3.41 | H_0 \text{ 为真}) = 0.05$$

证明: 见《Financial Econometrics》, Gourieroux and Jasiak。

使用这个定理不太方便, Eview 给出了更加方便的输出结果。

(2) 使用 Eviews 进行单位根检验

Eviews 提供了如下三种检验形式:

✧ 包含常数项

$$\Delta y_t = \mu + \gamma y_{t-1} + \varepsilon_t$$

✧ 包含常数项和线性时间调整项

$$\Delta y_t = \mu + \delta t + \gamma y_{t-1} + \varepsilon_t$$

✧ 无常数项和线性时间调整项

$$\Delta y_t = \gamma y_{t-1} + \varepsilon_t$$

选择准则：首先选择第二种形式，如果时间趋势和常数都不显著，再改为无常数项和时间趋势项的情形。

选择 Quick/Series Statistics/Unit Root test，输入序列名即可。

Lagged differences 为 0 即为 DF 检验

Lagged differences 不为 0 即为 ADF 检验

例子：对收入 y 进行 ADF 检验。

滞后期为 0，即 DF 检验。

ADF Test Statistic	-2.189975	1%	Critical Value*	-4.1035
		5%	Critical Value	-3.4790
		10%	Critical Value	-3.1669

*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: $D(Y)$

Method: Least Squares

Date: 11/26/04 Time: 17:14

Sample(adjusted): 1930 1994

Included observations: 65 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
Y(-1)	-0.046709	0.021329	-2.189975	0.0323
C	2.355228	9.681446	0.243272	0.8086

@TREND(1929)	3.844071	1.148574	3.346821	0.0014
R-squared	0.359151	Mean dependent var	49.99385	
Adjusted R-squared	0.338478	S.D. dependent var	47.27257	
S.E. of regression	38.44867	Akaike info criterion	10.18158	
Sum squared resid	91654.63	Schwarz criterion	10.28194	
Log likelihood	-327.9014	F-statistic	17.37329	
Durbin-Watson stat	1.693296	Prob(F-statistic)	0.000001	

表中 $Y(-1)$ 、 C 和 $@Trend$ 分别表示模型中的参数 γ 、 μ 和 δ 。 $D(Y)$ 表示消费的一阶差分。**注意：在本例中，如果没有引入时间项，那么 ADF 统计量的符号将发生错误。**

如何读表？

注意 $\rho < 1$ ，从而 $\gamma < 0$ ，因此观察分布的左边即可。

Eviews 软件给出了 ADF 统计量（ τ 统计量）的数值以及 1%、5%

和 10% 三个显著性水平的临界值。如果以 5% 作为显著性水平，那么

- ✓ 若 τ 统计量在 -5% CV 左边，则拒绝 H_0 ，即无单位根，序列是平稳的。
- ✓ 若 τ 统计量在 -5% CV 右边，但在 +5% CV 左边，则不能拒绝 H_0 ，即有单位根，序列是非平稳的。
- ✓ 若 τ 统计量在 +5% CV 右边，则序列是爆炸性的，显然也是非平稳的。

ADF Test Statistic 为 -2.189975，比显著性水平为 5% 的临界值要大，因此不能拒绝原假设，即序列存在单位根，是非平稳的。

注意：按照多元线性回归的 t 统计量， $Y(-1)$ 的系数 γ 是显著的!!!

$$\Delta Y_t = \gamma Y_{t-1} + \varepsilon_t$$

按照 ADF 检验， γ 不显著。

因此，这说明非平稳时间序列的回归的 t 统计量和 F 统计量是无效的。不能使用非平稳时间序列的 t 统计量做显著性检验。

7、ADF 检验

当 y_t 为 AR(1)过程时，DF 检验是有效的。若 y_t 为 AR(p)过程，那么必须使用 ADF 检验（Augmented DF）。

将 AR(p)过程写成如下差分的形式，

$$\Delta y_t = \mu + \gamma y_{t-1} + \alpha_1 \Delta y_{t-1} + \alpha_2 \Delta y_{t-2} + \dots + \alpha_{p-1} \Delta y_{t-p+1} + \varepsilon_t$$

注意 p 等于 1 时，ADF 检验就退化为 DF 检验。因此，DF 是 ADF 的特例： $\alpha_1 = L = \alpha_{p-1} = 0$ 。

Eviews 实现：与 DF 一样，除了 Lagged differences 选择 p 即可。

如何选择 p ：找 AIC 和 SC 最小的 p 。回顾 AIC 和 SC 定义：

AIC 准则（Akaike information criterion）

$$AIC = -\frac{2 \ln L}{n} + \frac{2K}{n}$$

AIC 越小越好，结合如下两者：

K （自变量个数）减少，模型简洁

$\ln L$ 增加，模型精确

SC 准则 (Schwarz criterion)

$$SC = -\frac{2 \ln L}{n} + \frac{K \ln(n)}{n}$$

4.9 经验性应用：校准实际经济周期模型

如何判定一个 RBC 模型对数据的拟合程度呢？标准的方法是进行校准（Calibration）（Kydland and Prescott, 1982）。基本思路是：先选择参数值（1、参考文献给参数赋值；2、基于微观经济证据选择参数值，如某些替代弹性；3、根据实际数据估算某些参数，如用索洛残差来估算技术冲击的参数；4、匹配某些 moments 或最小化模型与数据的 moments 差距；），然后对比模型中各种序列的方差和协方差的模拟计算值和现实数据中的数值。

相比采用计量经济学方法估计模型，校准有如下两个优点：

- 基于微观经济证据为参数赋值，所以参数的选取更加合理。【现在多用贝叶斯估计方法】
- 可以避免下面情形被拒绝：模型在一个不重要方面与数据拟合不

好，而在其他所有方面都拟合得很好，这个模型在统计上会被拒绝。

**TABLE 4.4 A calibrated real-business-cycle model
versus actual data**

	U.S. data	Baseline real-business-cycle model
σ_Y	1.92	1.30
σ_C/σ_Y	0.45	0.31
σ_I/σ_Y	2.78	3.15
σ_L/σ_Y	0.96	0.49
$\text{Corr}(L, Y/L)$	-0.14	0.93

Source: Hansen and Wright (1992).

4.10 扩展和局限

扩展

- 不可分劳动---非连续变量
- 扭曲性税收
- 多个部门和特定部门冲击

反对意见

- 一，技术冲击（RBC 用索洛残差来估算技术冲击的参数）。索洛残差的短期变动不仅仅反映了技术进步。如，Bernanke and Parkinson（1991）发现，大萧条期间索洛残差随产出变动的幅度与战后时期相同，而大萧条不大可能是由技术退步造成的。Mankiw（1989）表明，索洛残差在二战繁荣期的行为与其他时期相同，而前者的繁荣期也不大可能是有技术进步造成的。Hall（1988）表明，索洛残差

的变动与以下因素有关：总统所属的政党【Zou 的研究】、军事采购的变化和石油价格的变动，而这些因素在短期内似乎不可能对技术产生显著的影响。

■ 这些结论表明，索洛残差的变动可能是对技术冲击的一个很差的度量。除了技术冲击之外，造成产出上升的其他来源也可能使索洛残差增加：规模报酬递增、资本和劳动力利用强度的增加、投入品流向更高生产力厂商的再分配。（中国呢？）

- 二，模型的传递机制——劳动供给的跨期替代。在模型中，不同时期工作激励的变动导致了就业波动。因此，重大的就业波动就要求存在显著的在各期进行劳动供给的替代意愿。但是，微观经济学研究没有发现支持这个观点的证据。有两个问题：一是研究发现，跨期替代弹性很低，因此此机制对劳动的影响很小。二是影响就业波动的更多力量没有包含在模型中。

- 三，忽略了货币冲击的真实效应。
- 四，在现实经济中，存在很重要的可预测的产出变动、消费变动和工作时间变动，而这些在 RBC 中则不存在。

RBC 类的大量模型

- 仅仅只有技术冲击和瓦尔拉斯经济的基本 RBC 模型现在已经很少得到宏观经济学家的支持。
- 现代的 RBC 类的大量模型已经考虑了大量的非瓦尔拉斯因素，如：刚性的名义工资或名义价格以及货币扰动；资本的外部性；效率工资；工作搜寻；不可保险的个体风险（Krusell and Smith, 1998）。

将 RBC 研究与其他经济波动研究的区分是其**建模方法**而不是波动的特

征。RBC 类的大量模型具有三个明显特点

- 默认（default）的建模选择是瓦尔拉斯式的。也就是，这些模型通常有类似本章的一个纯粹的 RBC 模型开始，并对其进行修改。
- 其关注一般均衡。举个例子，对于价格调整的较小成本是否会导致大的名义刚性。凯恩斯主义宏观经济学家着重研究单个厂商对一次性货币冲击的反应；而 RBC 宏观经济学家则着重建立一个含有货币供给随机过程的动态模型，并考察得到的一般均衡。由于 **RBC** 类的现代模型着重研究一般均衡并充分考察驱动变量的行为，通常被称为 **DSGE** 模型。
- 校准方法。

中宏，第 14 章《一个总供给和总需求的动态模型》。

