

# 第九章、经济增长 II： 技术、经验和政策

康明石



暨南大學經濟學院  
SCHOOL OF ECONOMICS, JINAN UNIVERSITY

《宏观经济学》第 8 课

9.1 索洛模型中的技术进步

9.2 从增长理论到增长经验研究

9.3 促进增长的政策

9.4 超越索洛模型：内生增长理论

- 1 9.1 索洛模型中的技术进步
- 2 9.2 从增长理论到增长经验研究
- 3 9.3 促进增长的政策
- 4 9.4 超越索洛模型：内生增长理论

# 基于索洛模型的小结

- 资本和劳动力水平决定产出水平：  $Y = F(K, L)$
- 技术水平外生给定
- 收入和产出的长期增长速度、资本积累速度等于人口增长率
- 储蓄率的高低决定稳定状态的人均收入、人均消费和人均资本拥有量

# 加入技术进步的索洛模型

- 生产函数加入劳动生产率：

$$Y = F(K, L) \implies Y = F(K, L \times E)$$

- $E$ : 劳动效率，反应技术进步，以不变的速度  $g$  增长
- $L \times E$ : 有效劳动力数量，增长速度为  $n + g$
- 与基本的索洛模型比较：
  - 随着技术进步，劳动效率提高了
  - 劳动效率  $E$  的提高，等同于劳动力  $L$  的增加
  - 劳动要素：  $L \implies L \times E$
  - 劳动要素增长率：  $n \implies n + g$
- 在柯布道格拉斯生产函数中：

$$Y = AK^\alpha L^{1-\alpha} \implies Y = AE^{1-\alpha} K^\alpha L^{1-\alpha}$$

# 从“人均”到“有效工人人均”

- 上述技术进步的形式称为：劳动改善型的技术进步（也称劳动扩张型技术进步或劳动加强型技术进步）
- $L \times E$  被称为“有效劳动力”或“有效工人”
- 在本章，我们用  $k$  表示有效工人的人均资本：

$$k := \frac{K}{L \times E}$$

- 用  $y$  表示有效工人的人均产出：

$$y := \frac{Y}{L \times E}$$

# 从新定义 $k$ 与 $y$ 后的含义

需要注意的是，本章中我们所使用的  $k$  与  $y$  与上章中的含义有所不同。

- 此时的人均资本为  $K/L = k \times E$ ，即使有效工人人均资本  $k$  不变，人均资本也会随着  $E$  的增长而增长
- 此时的人均产出为  $Y/L = y \times E$

# 有技术进步的稳定状态

由于有效工人人均资本的定义为

$$k = \frac{K}{L \times E}$$

有效工人人均资本的变化率 = 总资本的变化率 - 人口增长率 - 技术进步率

- 当人口不变且没有技术进步时,

$$\text{总资本的变化率} = \text{人均资本的变化率} = (sf(k) - \delta k)/k$$

- 当人口增长率为  $n$  且技术进步率为  $g$  时,

$$\frac{\Delta k}{k} = \frac{sf(k) - \delta k}{k} - n - g$$

- 因此存在人口增长与技术进步时, 有效劳动力的人均资本变化为:

$$\Delta k = sf(k) - (\delta + n + g)k$$

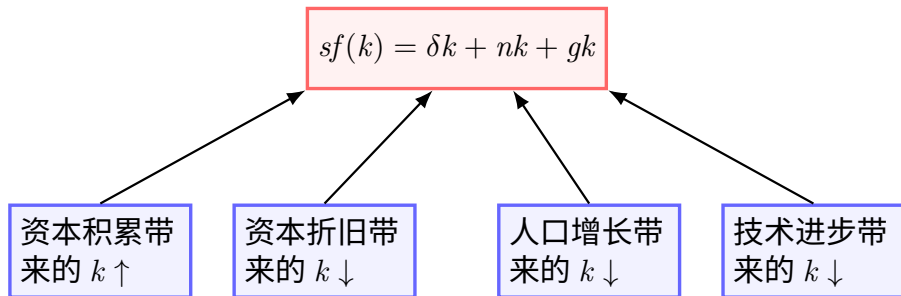


# 稳定状态的条件

现在的稳态是指：有效工人人均资本  $k = K/(L \times E)$  达到稳定的条件。

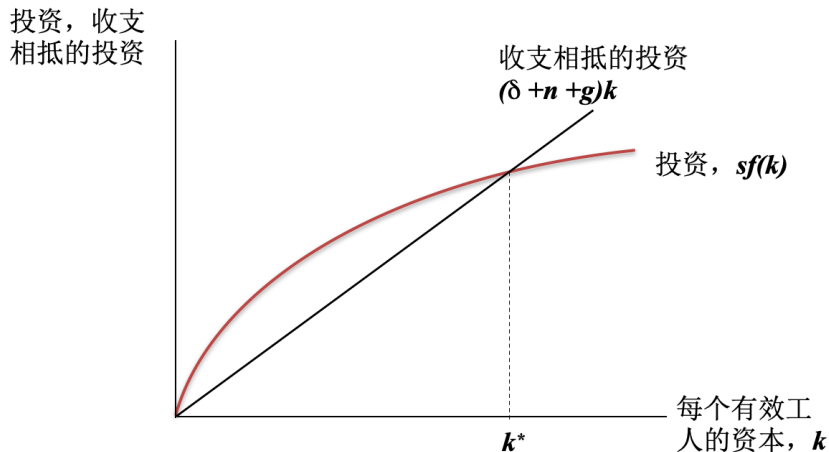
为什么不是人均资本  $K/L$  达到稳定的条件？

稳态的条件：



图：稳态的解释

# 稳定状态的条件（图）



**表9-1 在有技术进步的索罗模型中的稳定状态增长率**

变量	符号	稳定状态增长率
有效工人的人均资本	$k=K/(E \times L)$	$0$
有效工人的人均产出	$y=Y/(E \times L)=f(k)$	$0$
人均产出	$Y/L=y \times E$	$g$
总产出	$Y=y \times E \times L$	$n+g$

- 新的资本黄金律水平：

$$\underbrace{MPK - \delta}_{\text{资本的净边际产量}} = \underbrace{n + g}_{\text{总产出的增长率}}$$

- 如果净资本的边际产量大于总产出增长率 ( $MPK - \delta > n + g$ ) 说明资本存量低于黄金律水平<sup>1</sup>，储蓄率太低，应该提高储蓄率
- 反之，若  $MPK - \delta < n + g$ ，资本存量高于黄金律水平，应该降低储蓄率

---

<sup>1</sup>MPK 与 k 负相关

- 1 9.1 索洛模型中的技术进步
- 2 9.2 从增长理论到增长经验研究
- 3 9.3 促进增长的政策
- 4 9.4 超越索洛模型：内生增长理论

# 索洛模型给出的两个预测

- **第一个预测：均衡增长 (balanced growth)**，也常被翻译为平衡增长
  1. 人均产出、人均资本，甚至是人均消费和人均投资都以相同的速度增长。因而资本产出比一直保持大体不变。
  2. 人均工资也以同样速度增长。因而劳动收入份额也大体保持不变。
- **第二个预测：趋同 (convergence)**：经济体收敛到它们的稳定状态
  1. 如果两个经济体的稳定状态一样，那么它们最后会具有同样的收入水平。
  2. 如果两个经济体的稳定状态不一样，它们会向各自的稳定状态收敛。

人均收入国际差别的源泉:

1. 生产要素的差别（如物质和人力资本数量的差别）
2. 使用生产要素的效率差别（生产函数的差别）

二者是正相关的:

1. 有效率的经济可能鼓励资本积累
2. 资本积累可能产生较高的效率
3. 两者受共同的第三因素驱动（如一国制度、法律的状况...）

- 1 9.1 索洛模型中的技术进步
- 2 9.2 从增长理论到增长经验研究
- 3 9.3 促进增长的政策**
- 4 9.4 超越索洛模型：内生增长理论



# 对储蓄率的评价

如果政策制定者关心的是消费与消费增长：

$$MPK - \delta = n + g$$

由于储蓄率与稳态下的人均资本正相关，资本存量与 MPK 负相关，所以储蓄率与 MPK 负相关。基于黄金律水平，

- 如果储蓄率过低，则 MPK 大于黄金律水平的要求： $MPK - \delta > n + g$
- 如果储蓄率过高，则 MPK 低于黄金律水平的要求： $MPK - \delta < n + g$

（目前多数国家的情况是资本水平低与黄金律水平，储蓄不足）

# 对储蓄率的评价（美国）

对于美国而言，

- 折旧率大概为  $\delta = 0.04$
- 实际 GDP 增长率大概为 0.03 ( $n + g = 0.03$ )
- 资本收入份额大概为 30% ( $MPK \times K = 0.3 Y$ )
- 资本存量为一年 GDP 的 2.5 倍 ( $K = 2.5 Y$ )

请问美国的储蓄率是过高还是过低？

# 对储蓄率的评价

假设在中国，

- 折旧率大概为  $\delta = 0.10$
- 实际 GDP 增长率大概为 0.10 ( $n + g = 0.10$ )
- 资本收入份额大概为 50% ( $MPK \times K = 0.5 Y$ )
- 资本存量为一年 GDP 的 2.5 倍 ( $K = 2.5 Y$ )

请问中国的储蓄率是过高还是过低？

## 1. 提高储蓄率

$$\text{总储蓄} = \underbrace{\text{公共储蓄}}_{=T-G} + \underbrace{\text{私人储蓄}}_{=Y-C-T}$$

- 影响公共储蓄：如果政府努力增加收入、减少支出，公共储蓄将会增加。
- 影响私人储蓄：降低资本收益税率（如企业所得税）来提高投资的回报，进而鼓励私人储蓄。不过，这一类鼓励措施往往会降低公共储蓄。
- 关于政策的效果，经济学家存在争议

增加税收对总储蓄的影响是什么？  $S = Y - C(Y - T) - G$

## 2. 调整投资结构

资本的分类：

- 传统资本（如钢铁厂）
- 新型资本（如机器人）
- 公共资本（如道路和桥梁）
- 人力资本（固化在人身上的知识和技能）

主要观点：

在保持投资总量不变的情况下，**多投资到边际产出高的资本上去**，经济总体会有更高的产出。

实施方法的不同观点：

1. 市场可以引导投资进入边际产出高的资本，只需创造一个“公平的竞争环境”
2. 政府应该积极鼓励某些特定形式的投资，如高科技行业的投资，因为它们具有较大的正面**外部性**

## 3. 建立适当的制度

- 产权制度...
- 政治制度...
- 法律制度...

例如，现有研究认为法律传统和政府的腐败程度是对经济增长有重要影响的制度因素。

## 4. 鼓励技术进步

根据索罗模型的描述，人均收入的持续增长必定来自技术进步。

许多公共政策的任务就是促进技术进步：

- 知识产权保护
- 对研发企业提供税收优惠
- 资助基础研究 R&D
- 支持技术进步快的行业发展

- 1 9.1 索洛模型中的技术进步
- 2 9.2 从增长理论到增长经验研究
- 3 9.3 促进增长的政策
- 4 9.4 超越索洛模型：内生增长理论**



# 技术进步源于何处？

- **索洛模型：**  
假设**技术进步率外生给定**
- **内生增长理论（Endogenous Growth Theory）**  
**将技术进步率设定为内生变量**，试图解释技术进步的来源

# 本节的内容结构

- 两类内生增长模型的基本结构
  1. AK 模型：（整个经济体的）资本收益不变。
  2. 两部门模型：具有研发部门和生产部门。

- 当前研究强调的内容
  1. 企业往往是为了追求利润而进行研发。
  2. 研发具有正的外部性和负的外部性。

- 一个创新过程的重要特征：

技术进步往往是通过一个“创造性破坏”的过程实现的：新技术会替代旧技术，淘汰那些使用旧技术的企业。

- AK 模型中的生产函数为

$$Y = AK$$

其中  $A$  为常数。

- 这类生产函数本质上是将 MPK 递减的假设改为了 MPK 不变
- 为什么可以这么做？将技术进步（知识）当做资本的一部分
- 资本变化为

$$\Delta K = sY - \delta K$$

- 经济体在增长率为：

$$\frac{\Delta Y}{Y} = \frac{\Delta K}{K} = sA - \delta.$$

# 两部门模型

- 生产部门的生产函数：

$$Y = F(K, (1 - u)E \times L)$$

- 研发部门的生产函数：

$$\Delta E = g(u) \times E$$

- 资本积累的方程：

$$\Delta K = sY - \delta K$$

其中，

- $u$  表示在研发部门的劳动力的比例  
(也就是说  $1 - u$  比例的劳动力在生产部门)
- 研发部门产出“劳动效率”  $E$ ，而  $E$  的增长率为  $g(u)$
- $g(u)$  是  $u$  的增函数
- 将原本外生给定的增长率  $g$ ，内生为了  $g(u)$

# 对两部门模型的评价

## 1. 两部门模型与 AK 模型是双胞胎

- 如果知识定义为资本的一部分，那么资本边际收益不变（即劳动数量不变， $E$  也会不断增长）
- 两个模型都可以在不假设生产函数有外生移动的情况下产生持续增长

## 2. 两部门模型也与索洛增长模型是双胞胎

- 如果  $u$  不变， $E$  的增长速度  $g(u)$  就不变，模型与加入技术进步的索洛模型一致
- 区别是：在两部门模型中， $u$  影响稳定状态的产出增长率。 $u$  和  $s$  都影响收入水平。

## 三个关于研发过程的事实:

1. 尽管知识主要是一种公共产品（存在非竞争性），但有许多研究是在利润动机驱动的企业中进行的。
2. 研究之所以有利可图，是因为创新能给予企业[暂时的垄断地位](#)。
3. 当一家企业创新时，其他企业以这种创新为基础去进行下一代创新。（[正外部性](#)）

- 研发的正外部性：  
为以后的研究提供基础，让别人可以“站在巨人的肩膀上”
- 研发的负外部性：  
一个企业成功发明了某项技术，会使其他为发明这一项技术付出了努力的企业蒙受损失。
- 实证研究的结果：  
对社会来说，研发的正外部性远大于负外部性。

熊彼特在 1942 年提出，技术进步是通过一个“创造性破坏”的过程来实现的。

- 带着新技术进入市场的新企业为消费者提供了新的选择，但是对于现存的企业来说常常是坏事
- 支持这一观点的历史事实比比皆是（摩托罗拉，佳能...）
- 有时旧技术的受益者会借助政治的力量阻止新技术的应用
- 有一脉内生增长模型就以这一观点为基础对技术进步过程模型化



说明内生增长理论和新古典经济增长理论的主要区别。[2011 研]

答：

- 内生增长理论也称为新经济增长理论，是继古典经济增长理论后又一经济增长理论，产生于 20 世纪 80 年代后期与 90 年代初期，代表人物有洛默、卢卡斯等。
- 新古典增长理论是美国经济学家索洛提出的，产生于 20 世纪 50 年代后期与整个 60 年代。内生经济增长理论和新古典经济增长理论的主要区别有三个：
  1. 假设不同：新古典经济假设资本收益边际递减，而内生增长理论假设资本边际收益不变（这是主要区别）。另外，新古典经济增长理论假设技术是外生的，而内生经济增长理论认为技术和资本一样，是“内生”的。
  2. 模型形式不同。内生增长理论的生产函数为  $Y = AK$ 。而新古典经济增长理论模型中的生产函数为  $Y = F(K, L)$ 。
  3. 结论不同。内生经济增长理论的结论是经济增长率是内生的，储蓄和投资会引起经济的长期增长。新古典经济增长理论则认为经济增长取决于外生的技术进步，而储蓄只会导致经济的暂时增长（直到稳态），资本的边际收益递减最终使得经济增长率只取决于外生技术进步的稳定状态。

# 本章总结

1. 索洛模型中，人均收入的增长率由外生的技术进步率决定。模型本身不能说明技术进步的变化。
2. 通过把劳动改善型技术进步因素加入基础的索洛模型，说明了技术进步对经济增长的影响。
3. 加入技术进步后计算稳态与黄金律的方法和上章类似，  
唯一的区别是将  $\delta$  替换为  $\delta + n + g$ 。
4. 本章中使用的  $k = K/(L \times E)$  为有效工人的人均资本， $y = Y/(L \times E)$  为有效工人的人均产出。虽然稳态下  $k$  与  $y$  固定，但人均产出的增长率为  $g$ ，经济体的增长率为  $n + g$ 。
5. 索洛模型预测经济长期平衡增长与经济增长趋同。
6. 促进经济增长的手段有提高储蓄率、改善投资结构、鼓励技术进步等等。
7. 新兴的内生增长理论试图解释技术进步。这些模型力图解释哪些决定通过 R&D 进行知识创造并影响经济增长。