

经济增长理论

第十二讲：Schumpeter增长模型

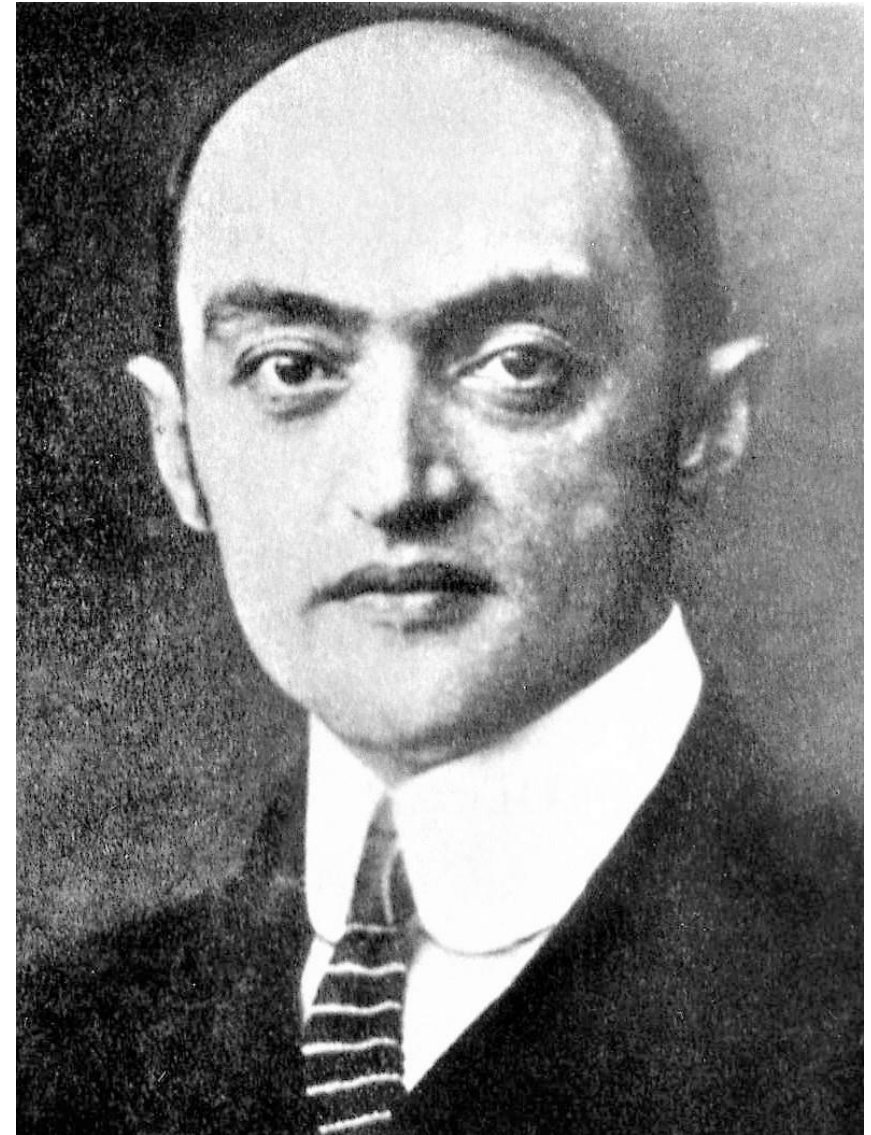
授课人：刘岩

2024年5月28日

创造性破坏

Schumpeter与创造性破坏理论

- ❖ 奥地利经济学家Joseph Schumpeter (1883 – 1950)
 - 奥地利学派代表人物
 - 中文翻译：约瑟夫·熊彼特
- ❖ 20世纪30~40年代，写了一系列著作，强调资本主义发展的一个关键特征：创造性破坏(creative destruction)
 - 新技术、新产品、新企业、新行业、新经济模式，替代旧技术、旧产品、旧企业、旧行业、旧经济模式
 - 亦称为创造性毁灭



Schumpeter增长模型

- ❖ Schumpeter原始论述是文字性的，20世纪90年代被模型化
 - Aghion, P., and P. Howitt. 1992. A Model of Growth through Creative Destruction. *Econometrica* 60:323–51.
 - Grossman, G. M., and E. Helpman. 1991. Quality Ladders in the Theory of Growth. *Review of Economic Studies* 58:43–61.
- ❖ 形成第二类影响广泛的内生增长模型

Review of Economic Studies (1991) 58, 43–61
© 1991 The Review of Economic Studies Limited

0034-6527/91/00030043\$02.00

Econometrica, Vol. 60, No. 2 (March, 1992), 323–351

A MODEL OF GROWTH THROUGH
CREATIVE DESTRUCTION

BY PHILIPPE AGHION AND PETER HOWITT¹

Quality Ladders in the
Theory of Growth

GENE M. GROSSMAN
Princeton University

and

ELHANAN HELPMAN
Tel Aviv University

技术进步加总动态

Romer模型的基本要素

- ❖ 生产函数: $Y_t = K_t^\alpha (A_t L_{Y,t})^{1-\alpha}$, 其中 $L_{Y,t}$ 是用于生产的劳动投入, A_t 是技术水平
- ❖ 加总资本积累: $K_{t+1} = (1 - \delta)K_t + s_K Y$, s_Y 是常数储蓄率
 - 储蓄可以内生, 如同RCK模型
- ❖ 劳动力总量有常数增长率: $L_{t+1} = (1 + n)L_t$, 满足 $L_t = L_{Y,t} + L_{A,t}$

技术进步：质量阶梯设定

- ❖ 与Romer模型中 A 代表中间品种类（规模经济）不同，Schumpeter模型中 A_t 取值为一系列离散值 $\{A_1, A_2, \dots\}$ ，称为质量阶梯(quality ladder)
 - 用 A_i 和下标 i 表示阶梯（注意与代表时间 t 技术水平的 A_t 区分）， i 越大技术水平越高，满足 $A_{i+1} = (1 + \gamma)A_i > A_i$ ，其中 $\gamma > 0$ ，代表技术进步的幅度

❖ 技术进步的过程，就是沿技术阶梯不断攀升的过程

❖ 这个攀升过程是随机的，能否成功攀升，其概率大小，取决于研发投入

$$A_{t+1} = \begin{cases} A_{i+1} = (1 + \gamma)A_i = (1 + \gamma)A_t, & \text{以概率 } \bar{\mu}L_A \\ A_i = A_t, & \text{以概率 } 1 - \bar{\mu}L_A \end{cases}$$

❖ 其中 $\bar{\mu} = \theta \frac{L_A^{\lambda-1}}{A_t^{1-\phi}}$ 为人均创新概率，总创新概率 $\bar{\mu}L_A = \theta \frac{L_A^\lambda A_t^\phi}{A_t}$ ， $\phi \in (0,1)$

平衡增长路径

- ❖ 假设 $A_t = A_i$ ，技术水平的增长率的期望（期望增长率） g_A 为

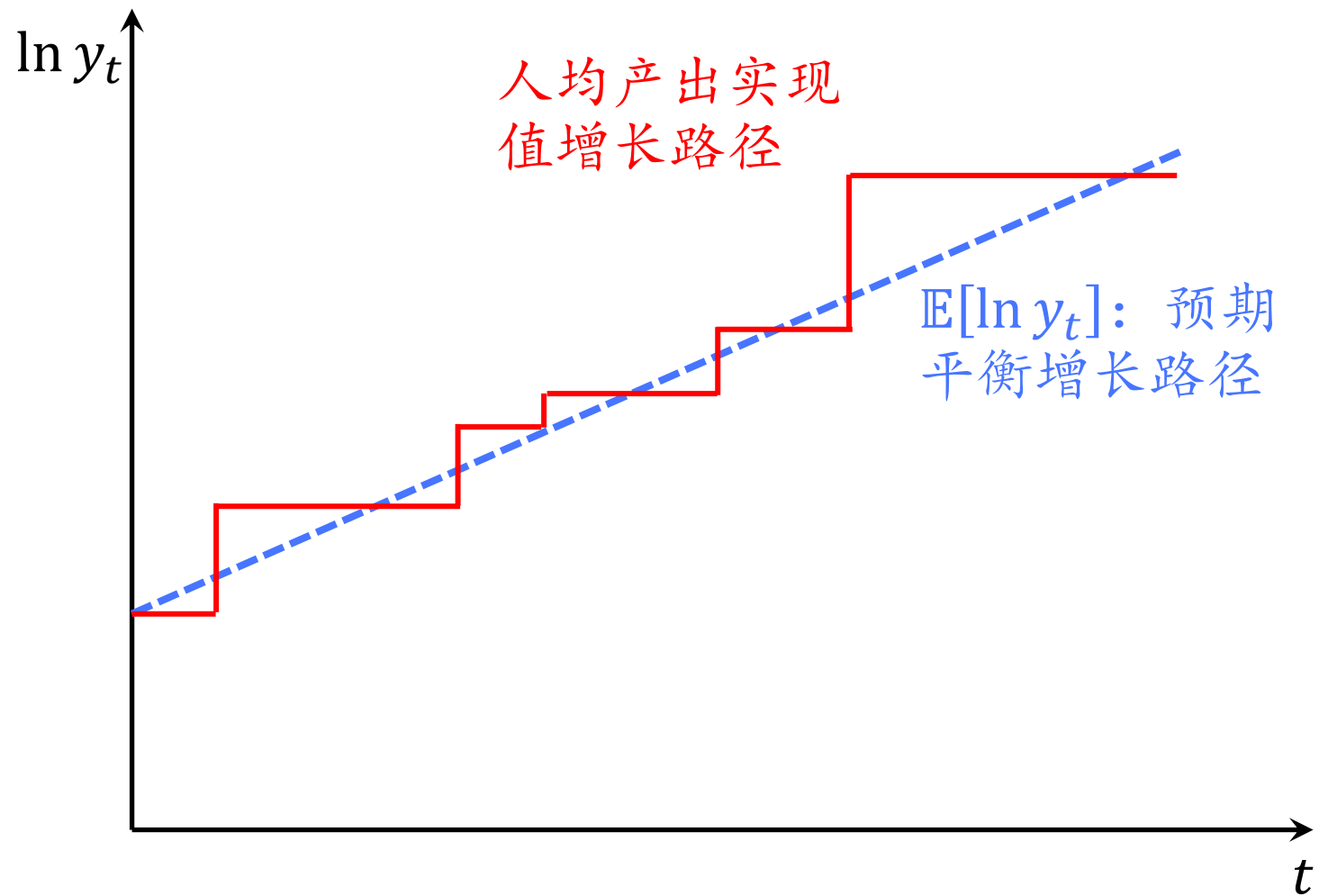
$$\mathbb{E} \left[\frac{A_{t+1} - A_t}{A_t} \right] = \bar{\mu} L_{At} \frac{A_{i+1} - A_i}{A_i} + (1 - \bar{\mu} L_{At}) \frac{A_i - A_i}{A_i} = \bar{\mu} L_{At} \gamma = \gamma \theta \frac{L_{At}^\lambda}{A_t^{1-\phi}}$$

- ❖ 平衡增长路径上，人均产出增长率 g_y 、人均资本增长率 g_k 都等于生产率的平均增长率 g_A ，则对上式取对数、差分（以及期望）可得

$$0 = \lambda \ln \frac{L_{At+1}}{L_{At}} - (1 - \phi) \mathbb{E} \ln \frac{A_{t+1}}{A_t} \Rightarrow g_A = \frac{\lambda n}{1 - \phi}$$

- ❖ 与Romer模型类似，技术水平（期望）增速由人口增速 n 、研发投入弹性 λ 以及溢出效应 ϕ 决定
- ❖ 技术增长率实现值围绕预期增长率波动 \Rightarrow 人均产出路径实现值围绕预期平衡增长路径波动

人均产出路径实现值(realization)围绕预期平衡增长路径波动



技术进步的微观机制

市场结构

- ❖ 一个最终产品部门，一个中间品部门，一个研发部门
- ❖ 与Romer不同，中间品部门只有一家（活动，active）的垄断厂商
- ❖ 最终品生产函数为 $Y = (A_i L_Y)^{1-\alpha} x_i^\alpha$ ，当前技术水平为 A_i ，使用中间品 x_i 作为投入， x_i 必须与 A_i 相匹配
- ❖ 最终品企业利润最大化问题： $\max_{L_Y, x_i} (A_i L_Y)^{1-\alpha} x_i^\alpha - w L_Y - p_i x_i$
- ❖ 一阶最优条件为

$$w = (1 - \alpha) \frac{Y}{L_Y}, \quad p_i = \alpha L_Y^{1-\alpha} A_i^{1-\alpha} x_i^{\alpha-1}$$

- ❖ 其中， $p_i = \alpha L_Y^{1-\alpha} A_i^{1-\alpha} x_i^{\alpha-1}$ 给出了最终品厂商对 x_i 的需求函数
 - 常数弹性需求(iso-elastic demand): $d \ln p_i / d \ln x_i = \alpha - 1$

中间品部门

- ❖ 每个中间品*i*都只由一个垄断厂商生产
 - 如果 $A_t = A_i$ ，则由厂商*i*生产，其他厂商不活动；也可理解为一直只有一个厂商活动，按照当前技术水平生产相应中间品
- ❖ 厂商*i*的生产技术：用1单位同质最终产品，生产1单位的中间品*i*
- ❖ 给定最终产品作为资本投入的价格为 r ，厂商*i*的利润最大化问题为：

$$\max_{x_i} \pi_i = p_i(x_i)x_i - rx_i$$

$$\Rightarrow \text{FOC: } p_i'x_i + p_i - r = 0 \Rightarrow p_i = \frac{1}{1 + \underbrace{p_i'x_i/p_i}_{\text{需求曲线弹性}=\alpha-1}} r \Rightarrow p_i = \frac{1}{\alpha} r$$

- $1/\alpha < 1$ ：成本加成定价(markup pricing)
- 常数加成定价，也意味着最终品厂商只会购买最前沿技术对应的中间品

中间品厂商利润

❖ 给定 r ，中间品厂商定价： $p_j = \frac{1}{\alpha}r$ ，进而其利润为：

$$\begin{aligned}\frac{1}{\alpha}r &= p_i = \alpha L_Y^{1-\alpha} A_i^{1-\alpha} x_i^{\alpha-1} \Rightarrow \\ \pi_i &= \alpha L_Y^{1-\alpha} A_i^{1-\alpha} x_i^{\alpha-1} \cdot x_i - r x_i = \alpha L_Y^{1-\alpha} A_i^{1-\alpha} x_i^\alpha - \alpha^2 L_Y^{1-\alpha} A_i^{1-\alpha} x_i^\alpha \\ &= \alpha(1-\alpha)L_Y^{1-\alpha} A_i^{1-\alpha} x_i^\alpha = \alpha(1-\alpha)Y\end{aligned}$$

❖ 均衡市场出清时，中间品厂商资本投入等于加总资本， $x_i = K$ ，这意味着加总生产函数为 $Y = (A_i L_Y)^{1-\alpha} K^\alpha$

研发部门

- ❖ 中间品厂商的生产技术，来自研发部门的专利授权
 - 研发部门生产并积累知识，这些知识被用来服务新的资本品的研发与生产
- ❖ 用 P_A 表示一个新技术（对应某个新资本中间品）的价格，也就是该中间品厂商生产这个新中间品所能赚取利润的期望贴现值
 - 每期该中间品都可能以 $\mu = \bar{\mu}L_A$ 的概率被新技术超越，故获得收益的概率为 $1 - \mu$
- ❖ 给定中间品厂商每期的利润为 π ，折现率（资本品成本）为 r ，则有

$$P_A = \sum_{t=1}^{\infty} \mathbb{E} \left[\frac{(1+n+g_y)^{t-1} \pi_i}{(1+r)^t} \middle| \text{无创新} \right] = \sum_{t=1}^{\infty} \frac{[(1-\mu)(1+n+g_y)]^{t-1} \pi_i}{(1+r)^t}$$
$$= \frac{\pi_i}{1+r - (1-\mu)(1+n+\gamma\mu)} \approx \frac{\pi_i}{r-n+\mu(1-\gamma)}$$

- 稳态增长路径上，中间品厂商利润 $\pi_i \propto Y = yL_Y$ ，故增长率为 $n + g_y = n + \gamma\mu$

研发部门规模的内生决定

- ❖ 在最终产品部门工作的劳动力，所获工资等于其在该部门的边际产量（该部门完全竞争），故其工资率 $w_Y = (1 - \alpha)Y/L_Y$
- ❖ 研发部门工作的劳动力，获得创新的概率为 $\bar{\mu}$ ，故其工资率 $\mathbb{E}w_R = \bar{\mu}P_A$
- ❖ 均衡时，两部门工资率相等 $w_Y = \mathbb{E}w_R$ ，由此可确定 s_R 的大小

- ❖ 由 $\pi_i = \alpha(1 - \alpha)Y$ ，可知 $\bar{\mu}P_A = \bar{\mu} \frac{\pi_i}{r - n + \mu(1 - \gamma)} = \frac{(1 - \alpha)Y}{L_Y}$ 可写为

$$\bar{\mu} \frac{\alpha(1 - \alpha)Y}{r - n + \mu(1 - \gamma)} = (1 - \alpha) \frac{Y}{L_Y} \Rightarrow \bar{\mu} \frac{\alpha}{r - n + \mu(1 - \gamma)} = \frac{1}{L_Y}$$

$$\Rightarrow s_R = \frac{L_A}{L_Y + L_A} = \frac{1}{1 + \frac{r - n + \mu(1 - \gamma)}{\alpha\mu}}$$

不同类型创新的占比

Klenow, P. J., and H. Li. 2021. Innovative Growth Accounting. Eichenbaum, M., E. Hurst, and V. Ramey (eds.), *NBER Macroeconomics Annual*. Chicago: The University of Chicago Press.

总体技术进步及不同类型创新占比

Table 5
Growth by Innovation Type, 1982–2013

g	CD	NV	OI
1.64	.21 13.0%	.38 27.2%	1.06 59.8%

Source: US Bureau of Labor Statistics (BLS) multifactor productivity (MFP) series. Note: Percentage points of average yearly productivity growth within the specified period. Yearly growth is the sum of research and development and IP contributions to BLS MFP growth, converted into labor augmenting form. All other variables are calculated using the Census LBD. CD = creative destruction; NV = new varieties; OI = own innovation (incumbents improving on their own varieties).

分时期

Table 6
Growth by Innovation Type, Subperiods

Period	g	CD	NV	OI
1982–1995	1.15	.16	.42	.57
1996–2005	2.82	.33	.41	2.09
2006–2013	1.03	.13	.28	.62

分企业年龄与创新类型

Table 16

Growth by Innovation Type for Each Age Group, 1982–2013

Age	CD	NV	OI	Total	% of Emp.
0	7.2	23.0	0	30.3	3.3
1–5	.7	1.2	17.1	18.9	13.4
6–10	.7	.9	8.1	9.7	11.2
11+	4.4	2.1	34.6	41.1	72.1

分企业规模与创新类型

Table 18

Growth Contribution by Innovation Type for Each Size Group, 1982–2013

Size	CD	NV	OI	Total	% of Emp.
0	7.2	23.0	0	30.3	3.3
1–19	1.3	.6	30.0	31.9	18.1
20–249	.1	2.8	12.1	15.0	26.3
250–999	.4	.5	4.9	5.8	12.8
1k–4999	.8	.1	5.5	6.4	14.1
5k–9999	.5	.1	1.9	2.5	5.8
10k+	2.6	.1	5.5	8.2	19.6

Source: Census LBD.

Note: CD = creative destruction; NV = new varieties; OI = own innovation (incumbents improving on their own varieties); Emp. = employment. Firm size is the sum of employment across all of its plants.