

宏观经济学（第十版 曼昆）笔记

第3篇 增长理论：超长期中的经济

第8章 经济增长I：资本积累与人口增长

索洛增长模型（Solow growth model）说明储蓄、人口增长和技术进步如何影响一个经济的产出水平及其随时间的增长。

8.1 资本积累

产品的供给和需求

产品的供给与生产函数

索洛模型中产品的供给是基于生产函数的。生产函数是说，产出取决于资本存量和劳动力：

$$Y = F(K, L)$$

索洛模型假设生产函数具有不变规模报酬。如果生产函数对于任何正数 z 均满足

$$zY = F(zK, zL)$$

那么，生产函数就具有不变规模报酬。

规模报酬不变的生产函数使我们可以分析经济中所有数量相对于劳动力规模的值。设 $z = 1/L$ ，得到

$$\frac{Y}{L} = F\left(\frac{K}{L}, 1\right)$$

这个方程表示，人均产出 Y/L 是人均资本量 K/L 的函数。规模报酬不变的假设意味着，经济的规模——用工人人数来衡量——不影响人均产出和人均资本量之间的关系。

由于经济规模是无关紧要的，所以，可以用人均值来表示所有数量。我们用小写字母表示人均量，因此， $y = Y/L$ 是人均产出， $k = K/L$ 是人均资本量。生产函数写为

$$y = f(k) = F(k, 1)$$

这一生产函数的斜率表示当给一个工人一单位额外资本时，他生产的额外产出是多少。这个量是资本的边际产量（MPK）。写为

$$MPK = f(k+1) - f(k)$$

生产函数表现出资本的边际产量递减。当k较低时，平均每个工人只用很少的资本进行工作，因此额外的一单位资本是很有用的，生产出大量的额外产出。当k较高时，平均每个工人已经拥有大量资本，因此额外的一单位资本只能使产量略微增加。

产品的需求与消费函数

在索洛模型中，产品的需求来自消费和投资。换言之，人均产出y被划分为人均消费c和人均投资i：

$$y = c + i$$

这个方程是经济的国民收入核算恒等式的人均形式。它忽略了政府购买和净出口。

索洛模型假设每年人们储蓄s比例的收入，消费（1-s）比例的收入。

$$c = (1 - s)y$$

式中，s为储蓄率，它是介于0和1之间的一个数。记住，政府政策都可以潜在地影响一国的储蓄率，因此，我们的目的之一是找出什么样的储蓄是合意的。然而，就现在而言，我们只是把储蓄率s作为给定的。

用 $(1 - s)y$ 代替国民收入核算恒等式中的c

$$y = (1 - s)y + i$$

整理后得到

$$i = sy$$

这个方程表明，投资等于储蓄。因此储蓄率s也是用于投资的产出比例。

索洛模型中的生产函数和消费函数，它们描述了任何一个时点上的经济。对于任何一个给定的资本存量k，生产函数 $y = f(k)$ 决定了经济生产多少产出，储蓄率s决定了产出在消费和投资之间的配置。

资本存量的增长与稳定状态

两种力量影响资本存量：投资和折旧。投资（investment）指用于新工厂和设备的支出，它引起资本存量增加。折旧（depreciation）指原有资本由于老化和使用造成的磨损，它引起资本存量减少。

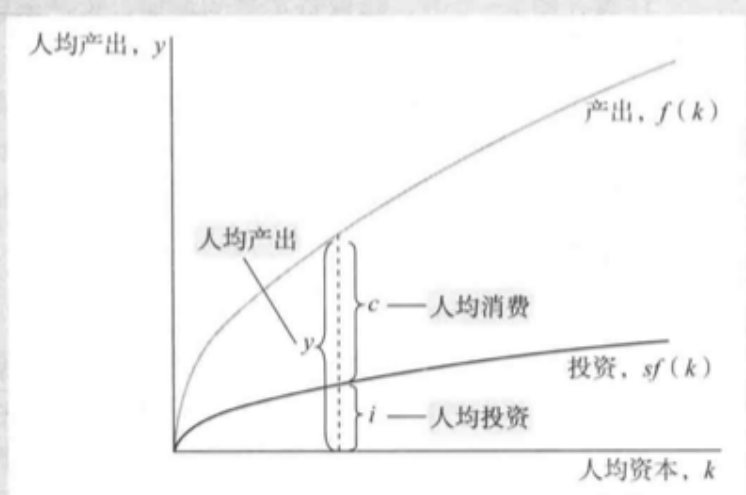
可以把人均投资表示为人均资本存量的函数

$$i = sy = sf(k)$$

这个方程把现有资本存量k与新资本的积累i联系在一起。

图 8—2 产出、消费和投资

储蓄率 s 决定了产出在消费和投资之间的配置。对于任意资本水平 k ，产出是 $f(k)$ ，投资是 $sf(k)$ ，消费是 $f(k) - sf(k)$ 。



对任何一个 k 值，产出量由生产函数 $f(k)$ 决定以及产出在消费和储蓄之间的配置由储蓄率 s 决定。

假设某个比例 δ 的资本存量每年会被磨损，称为折旧率（depreciation rate）。每年折旧的资本量是 δk 。

可以将投资和折旧对资本存量的影响表示为如下方程

$$\text{资本存量的变动} = \text{投资} - \text{折旧}$$

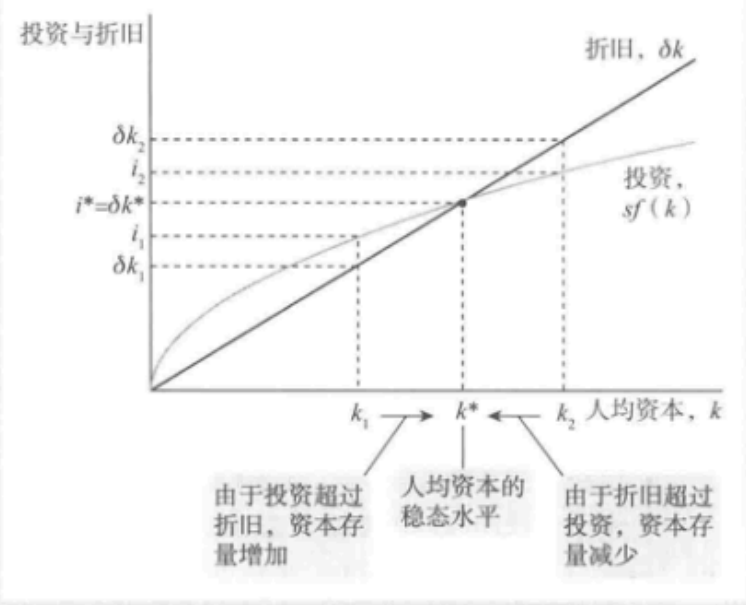
$$\Delta k = i - \delta k$$

式中， Δk 为某年和下一年之间资本存量的变动。由于投资 i 等于 $sf(k)$ ，我们可以把这个方程写为

$$\Delta k = sf(k) - \delta k$$

图 8—4 投资、折旧和稳态

稳态资本水平 k^* 是投资等于折旧的水平，表示资本量不随时间而变化。低于 k^* ，投资大于折旧，因此资本存量增加。高于 k^* ，投资小于折旧，因此资本存量减少。



存在单一的资本存量 k^* 使得投资量等于折旧量。如果经济返现自身正处于这一资本存量水平，那么，资本存量就不会改变，因为作用于它的两种力量——投资和折旧——正好平衡了。也就是说，在 k^* 点， $\Delta k = 0$ ，因此，资本存量 k 和产出 $f(k)$ 随时间的推移是稳定的（既不增加也不减少）。因此，我们把 k^* 称为稳定状态（steadystate，以下简称“稳态”）资本水平。

一个处于稳态的经济会停留在案例。一个处于非稳态的经济将走向稳态。也就是说，无论经济初始的资本水平如何，它最终会达到稳态资本水平。在这一意义上，稳态代表经济的长期均衡。

假定经济的初始资本水平低于稳态。在这种情况下，投资超过折旧。随着时间的推移，资本存量将上升，并将——与产出 $f(k)$ 一起——一直上升到稳态 k^* 为止。

假定经济的初始资本水平高于稳态。在这种情况下，投资小于折旧：资本的磨损快于更替。资本存量将减少，又一次向稳态水平趋近。一旦资本存量达到了稳态，投资等于折旧，资本存量增加或减少的压力都不存在。

趋近稳态：一个数字例子

$$\Delta k = sf(k) - \delta k$$

这个方程表明 k 随着时间的推移如何演化。由于稳态是使 $\Delta k = 0$ 的 k 值，所以我们知道

$$0 = sf(k^*) - \delta k^*$$

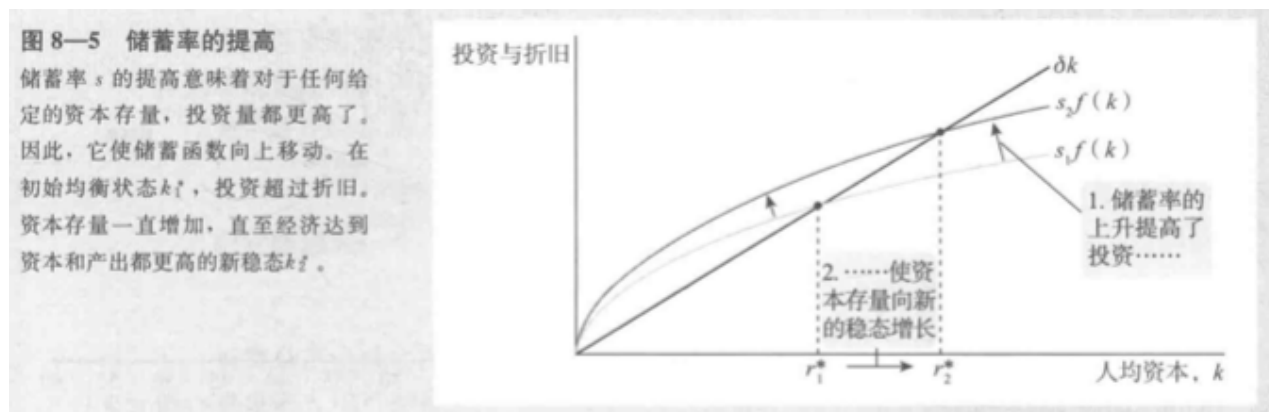
或等价地，

$$\frac{k^*}{f(k^*)} = \frac{s}{\delta}$$

这个方程提供了一种找出稳态人均资本水平 k^* 的方法。

$$k^* = \frac{s}{\delta} f(k^*)$$

储蓄如何影响增长？



假设该经济在开始时处于稳态，储蓄率为 s_1 和初始资本存量 k_1^* 。当储蓄率从 s_1 提高到 s_2 时， $sf(k)$ 曲线向上移动。在初始储蓄率 s_1 和初始资本存量 k_1^* ，投资量正好与折旧量抵消。储蓄率提高后，投资立即变得更高了，但资本存量和折旧量仍然未变。因此，投资超过折旧。资本存量将逐步增加，直至经济达到新的稳态 k_2^* 为止，在新的稳态，资本存量和产出水平都高于原来的稳态。

索洛模型表明，储蓄率是稳态资本存量的关键决定因素。如果储蓄率高，经济的稳态将会有大的资本存量和高产出水平。如果储蓄率低，经济的稳态将会有小的资本存量和低产出水平。这个结论能够解释有关财政政策的许多讨论。政府预算赤字会减少国民储蓄并挤出投资。现在我们可以看到，储蓄率下降的长期后果是更低的资本存量和更低的国民收入。这就是为什么许多经济学家批评持续性预算赤字的原因。

在索洛模型中，更高的储蓄率导致更快的增长，但只是暂时性的。储蓄率的提高加快了增长，但只是在经济达到新的稳态之前。如果经济保持高储蓄率，它会保持大的资本存量和高产出水平，但它不会永远保持高经济增长率。改变人均收入的稳态增长率的政策被说成是由增长效应（growth effect）。相反，高储蓄率被说成是由水平效应（level effect），因为只有人均收入水平——而不是其增长率——受到稳态储蓄率的影响。

8.2 资本的黄金律水平

比较稳态

假设政策制定者可以把经济的储蓄率设定在任何水平。政策制定者通过设定储蓄率来决定经济的稳态。

政策制定者的目的是使组成社会的个体的福利最大化。个体本身并不关心经济中的资本量，甚至也不关心产出量。他们关心的是他们可以消费的产品与服务的数量。因此，一个仁慈的政策制定者要选择消费水平最高的稳态。使消费最大化的稳态 k 值被称为资本的黄金律水平（Golden Rule level of capital），记为 k_{gold}^* 。

从国民收入核算恒等式开始

$$y = c + i$$

整理为

$$c = y - i$$

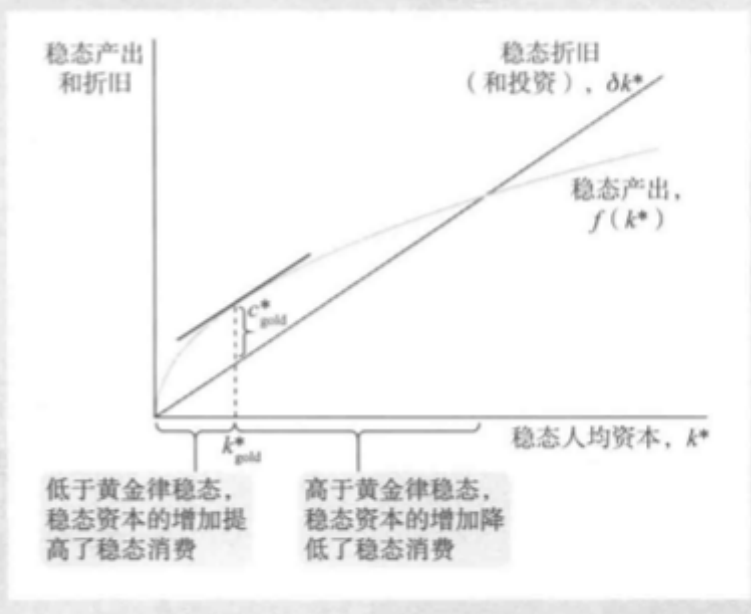
消费是产出减去投资。由于我们想找到稳态的消费，所以我们代入产出和投资的稳态值。稳态的人均产出是 $f(k^*)$ ，其中， k^* 是稳态的人均资本存量。而且，由于稳态资本存量是不变的，所以投资等于折旧率 δk^* 。用 $f(k^*)$ 替代 y ，并用 δk^* 替代 i ，我们可以把稳态的人均消费写为

$$c^* = f(k^*) - \delta k^*$$

根据这个方程，稳态的消费是在扣除了稳态折旧之后所剩余的稳态产出。该方程表明，稳态资本的增加对稳态消费有两种相反的效应。一方面，更多的资本意味着更多的产出；另一方面，更多的资本也意味着更多的产出必须被用于替换消耗的资本。

图 8—7 稳态消费

经济的产出用于消费或投资。在稳态，投资等于折旧。因此，稳态消费是产出 $f(k^*)$ 和折旧 δk^* 之差。在黄金律稳态，稳态消费达到最大。黄金律资本存量用 k_{gold}^* 来表示，黄金律消费用 c_{gold}^* 来表示。



在比较稳态时，我们必须记住，更高的资本水平既影响产出又影响折旧。如果资本存量低于黄金律水平，那么，资本存量的增加所引起的产出的增加大于折旧的增加，因此消费会上升。在这种情况下，生产函数比 δk^* 线陡峭。因此，两条曲线之间的距离——等于消费——随着 k^* 的上升而增长。相反，如果资本存量高于黄金律水平，资本存量的增加减少了消费，这是因为产出的增加小于折旧的增加。在这种情况下，生产函数比 δk^* 线平坦，因此，两条曲线之间的距离——消费——随着 k^* 的上升而缩小。在资本的黄金律水平，生产函数和 δk^* 线的斜率相同，消费位于其最高水平。

生产函数的斜率是资本的边际产量（MPK）。 δk^* 线的斜率是 δ 。由于这两个斜率在 k_{gold}^* 处相等，所以，黄金律可以用下面的方程来表示

$$MPK = \delta$$

在资本的黄金律水平，资本的边际产量等于折旧率。

假定经济从某一稳态资本存量 k^* 开始，政策制定者正在考虑把资本存量增加到 $k^* + 1$ 。资本的这一增加所带来的额外产出是 $f(k^* + 1) - f(k^*)$ ，即资本的边际产量（MPK）。增加1单位资本所需要的额外折旧量是折旧率 δ ，从而这额外的1单位资本对消费的净效应是 $(MPK - \delta)$ 。如果 $(MPK - \delta) > 0$ ，那么，资本的会增加提高消费，因此， k^* 必定低于黄金律水平。如果 $(MPK - \delta) < 0$ ，那么，资本的会增加会减少消费，因此， k^* 必定高于黄金律水平。下列条件描述了黄金律

$$MPK = \delta$$

在资本的黄金律水平，资本的边际产量减去折旧（ $MPK - \delta$ ）等于零。政策制定者可以使用这一条件找出一个经济的黄金律资本存量。

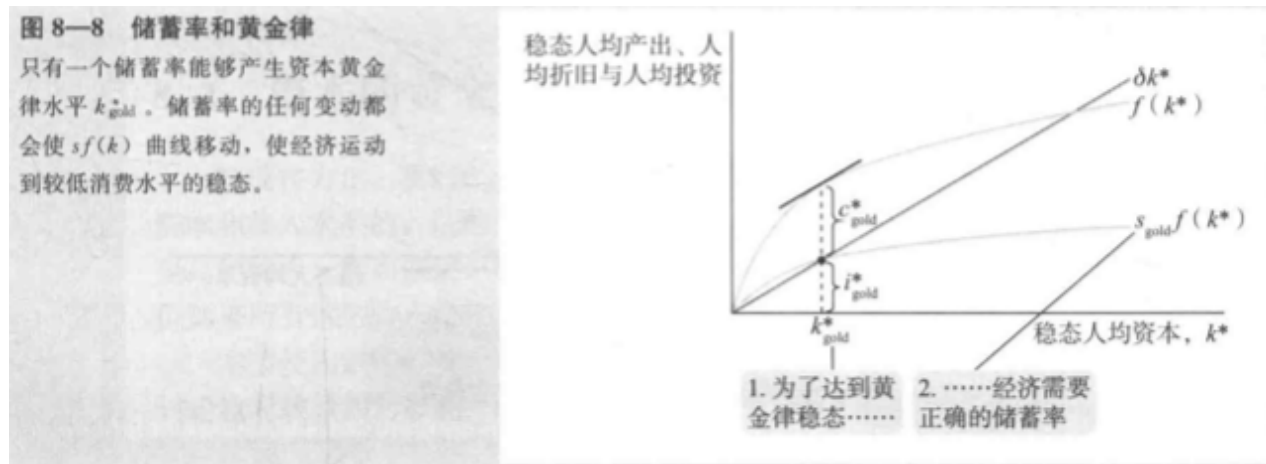
$$c^* = f(k^*) - \delta k^*$$

对 k^* 求导，得

$$\frac{dc^*}{dk^*} = f'(k^*) - \delta$$

令其为零，得

$$\begin{aligned} f'(k^*) &= \delta \\ MPK &= \delta \end{aligned}$$



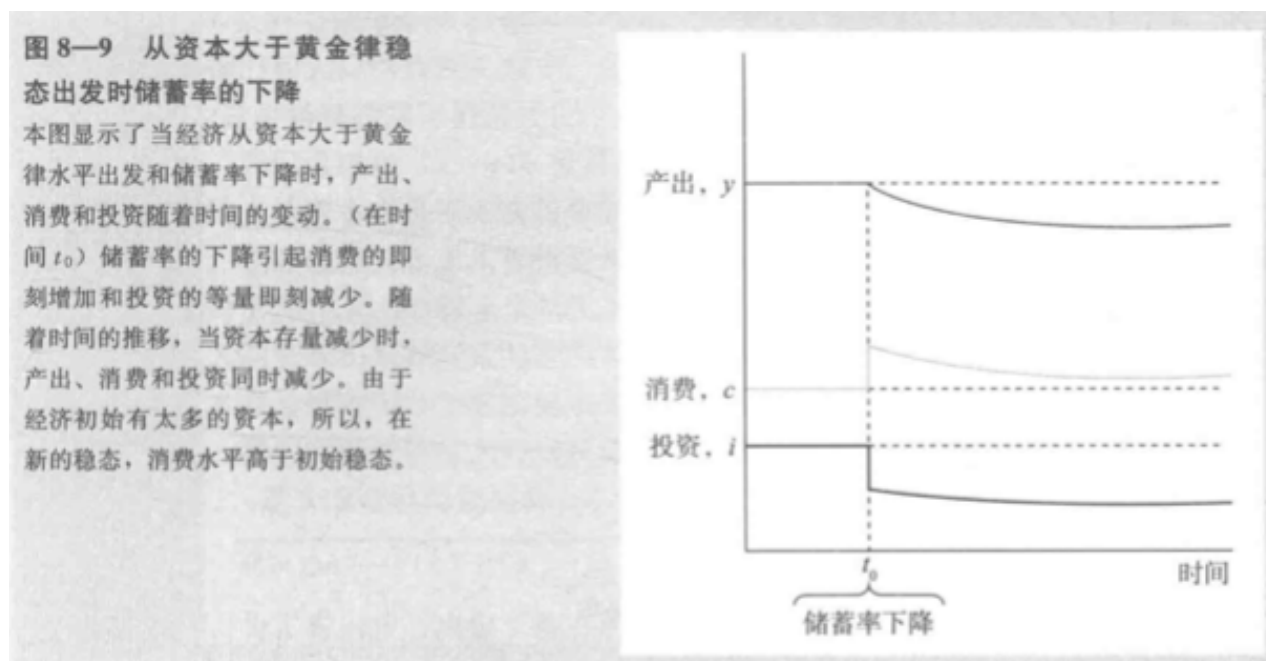
找到黄金律稳态：一个数字例子

找到黄金律稳态的两种方法——考察稳态的消费或考察资本的边际产量。

向黄金稳态的过渡

从资本过多开始

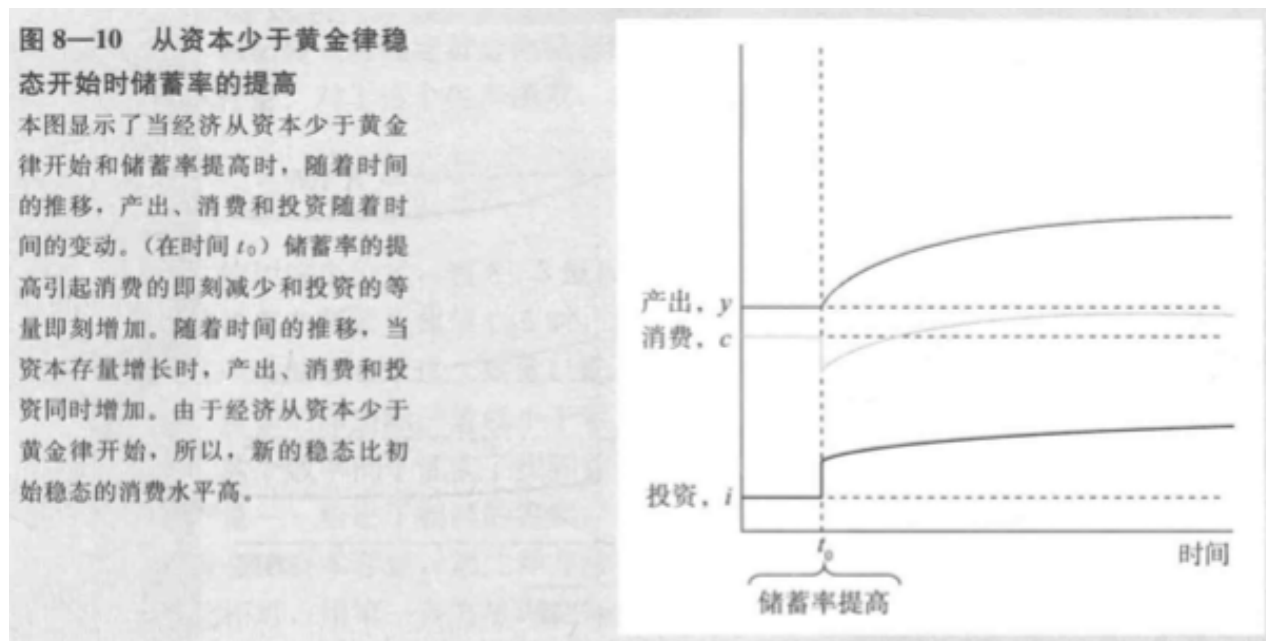
经济一开始所处的稳态所拥有的资本多于黄金律稳态。在这种情况下，为了减少资本存量，政策制定者追求旨在降低储蓄率的政策。假定这些政策成功了，在某个时间点——称为时间 t_0 ——储蓄率下降到最终将导致黄金律稳态的水平。



储蓄率下降造成消费的即刻增加和投资的即刻减少。由于投资和折旧在初始稳态是相等的，所以投资现在就小于折旧，这意味着经济不再处于稳态。资本存量逐渐减少，导致产出、消费和投资的减少。这些变量一直下降，直到经济达到新的稳态为止。由于我们假设新的稳态是黄金律稳态，所以，尽管产出和投资都更低了，消费必然会高于储蓄率变动之前。

注意，与原来的消费稳态相比，消费不仅在新的稳态更高，而且在沿着通向新稳态的整个路径都更高。当资本存量超过黄金律水平时，降低储蓄率显然是一种好政策，因为这种政策增加了每一个时点的消费。

从资本过少开始



当经济从资本少于黄金律稳态开始时，为了达到黄金律水平，政策制定者必须提高储蓄率。在时间 t_0 储蓄率的提高导致了消费的即刻减少和投资的即刻增加。随着时间推移，更高的投资引起资本存量的增加。随着资本的积累，产出、消费和投资逐渐增加，最终达到新的稳态水平。由于初始稳态低于黄金律，储蓄的增加最终导致消费水平高于初始水平。

导致黄金律稳态的储蓄提高，最终提高了经济福利，因为稳态的消费水平高于初始水平。但是，达到新的稳态要求在开始时期减少消费。注意这与经济初始状态高于黄金律的情况相反。当经济从高于黄金律开始时，达到黄金律使得所有时点的消费更高。当经济从低于黄金律开始时，达到黄金律要求最初减少消费以增加未来的消费。

因此，当选择是否增加资本积累时，政策制定者要面对不同世代人的福利之间的取舍。

因此，最优资本积累关键取决于我们如何权衡在这一代人与子孙后代的利益。

8.3 人口增长

假设人口和劳动力按一个不变的速率 n 在增长。

存在人口增长的稳态

工人数量的增加引起人均资本下降。

人均资本存量的变动是

$$\Delta k = i - (\delta + n)k$$

这一方程表明了投资、折旧和人口增长是如何影响人均资本存量的。投资使 k 增加，而折旧和人口增长使 k 减少。

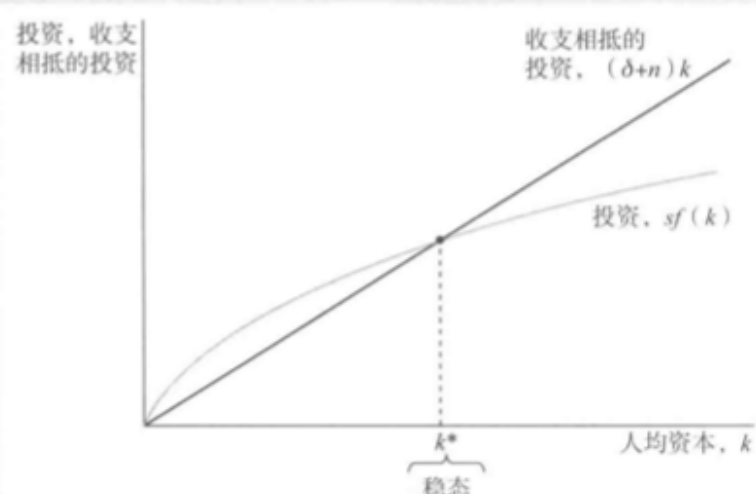
我们可以把 $(\delta + n)k$ 项看成是定义了收支相抵的投资（break-even investment）——保持人均资本存量不变所需要的投资量。收支相抵的投资包括现有资金的折旧，折旧等于 δk 。它还包括为新工人提供资本所需要的投资量。这一目的所需要的投资量是 nk ，因为对于每个现存工人都有 n 个新工人，而 k 是每个工人的资本量。这个方程表明，人口增长较少人均资本积累的方式与折旧类似。折旧通过磨损使资本存量减少 k ，而人口增长通过把资本存量更稀疏地分配给更多的工人而减少 k 。

用 $sf(k)$ 替换 i 。这个方程就可以写为

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

图 8—11 索洛模型中的人口增长

折旧和人口增长是人均资本存量减少的两个原因。如果 n 是人口增长率， δ 是折旧率，那么， $(\delta + n)k$ 就是收支相抵的投资——保持人均资本存量 k 不变所需要的投资量。要使经济处于稳态，投资 $sf(k)$ 必须抵消折旧和人口增长效应 $(\delta + n)k$ 。这由两条曲线的交点来代表。



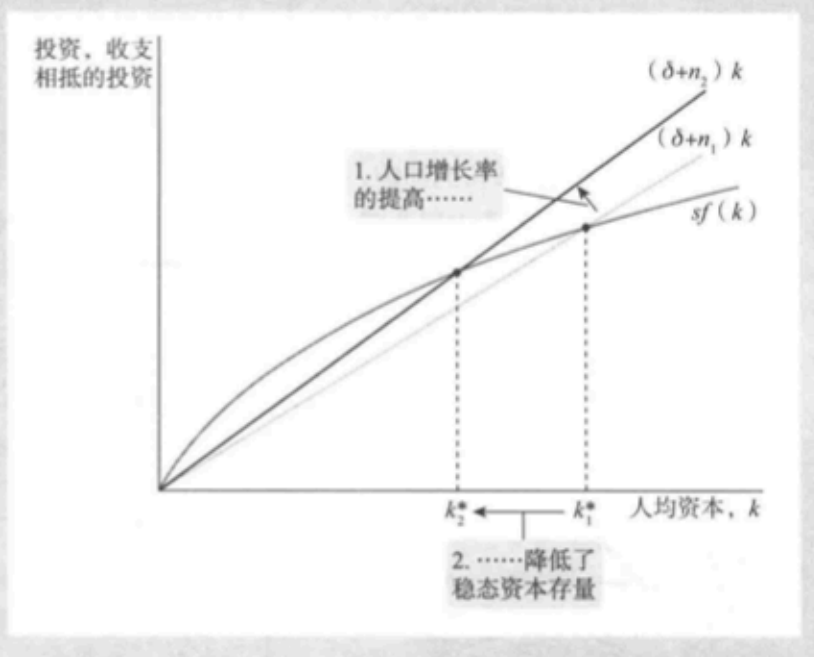
在稳态，投资对人均资本存量的正效应正好与折旧和人口增长的负效应平衡。也就是说，在 k^* ，有 $\Delta k = 0$ 和 $i^* = \delta k^* + nk^*$ 。一旦经济处于稳态，投资就有两个目的。一部分投资（ δk^* ）替代折旧的资本，其余的投资（ nk^* ）为新工人提供稳态的资本量。

人口增长的影响

人口增长在三个方面改变了基本的索洛模型。第一，它让我们离解释持续的经济增长更接近了。在有人口增长的稳态中，人均资本和人均产量是不变的。然而，由于工人数量以 n 的速率增长，总资本和总产出必定也已 n 的速率增长。因此，尽管人口增长不能解释生活水平的持续增长（由于稳态人均产出为常数）但它有助于解释总产出的持续增长。

图 8—12 人口增长的影响

人口增长率由 n_1 提高到 n_2 使代表人口增长和折旧的直线向上移动。新的稳态人均资本存量水平 k_2^* 低于初始稳态 k_1^* 。因此，索洛模型预测人口增长率更高的经济体将会有更低的人均资本水平，从而人均收入水平也更低。



第二，人口增长对为什么一些国家富有而另一些国家贫困提供了另一种解释。考虑人口增长率增加的影响。人口增长率由 n_1 提高到 n_2 使稳态人均水平从 k_1^* 下降为 k_2^* 。由于 k^* 更低了，又由于 $y^* = f(k^*)$ ，人均产出水平 y^* 也更低了。因此，索洛模型预测人口增长率更高的国家将会有更低的人均GDP。注意，与储蓄率的变动一样，人口增长率的变动对人均收入有水平效应，但不影响人均收入的稳态增长率。

最后，人口增长影响我们决定黄金律（消费最大化）资本水平的标准。

可以把稳态消费表示为

$$c^* = f(k^*) - (\delta + n)k^*$$

使消费最大化的 k^* 满足

$$MPK = \delta + n$$

或等价地

$$MPK - \delta = n$$

在黄金律稳态，资本的边际产量减去折旧等于人口增长率。

关于人口增长的其他观点

马尔萨斯模型

马尔萨斯认为不断增长的人口将持续地限制社会供养自己的能力。他预测，人类将永远生活在贫困中。

马尔萨斯未能预见到人类的创造性增长足以抵消人口增长的影响。

现代生育控制手段打破了情欲与人口增长之间的联系。

克莱默模型

克莱默认为，如果有更多的人口，就会有更多的科学家、发明家和工程师对创新和技术进步作出贡献。

8.4 结论

索洛增长模型说明了储蓄和人口增长如何决定经济的稳态资本存量以及稳态人均收入水平。

第9章 经济增长II：技术、经验和政策

索洛模型没有解释技术进步，而是把它视为外生给定的。

9.1 索洛模型中的技术进步

劳动效率

生产函数写为

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

式中， E 称为劳动效率（efficiency of labor）。劳动效率被认为反映了社会拥有的关于生产方法的知识：随着可获得的技术不断改善，劳动效率提高了，每小时工作生产了更多的产品和服务。

$L \times E$ 这一项可以被解释为衡量工人的有效数量（effective number of workers）。它考虑了实际工人数量 L 和每个工人的效率 E 。换句话说， L 衡量了劳动中工人的数量，而 $L \times E$ 衡量了工人和典型工人可用的技术。这个新生产函数是说，总产出 Y 取决于资本投入 K 和有效工人（ $L \times E$ ）。

这一模型化技术进步的方法的本质是，劳动效率 E 提高的作用与劳动力 L 的增加是类似的。

关于技术进步最简单的假设是，它引起劳动效率 E 以某种不变的速率 g 增长。这种形式的技术进步被称为劳动改善型（labor augmenting）， g 被称为劳动改善型技术进步（labor-augmenting technological progress）率。由于劳动力 L 是按 n 的速率增长，每单位劳动的效率 E 是按 g 的速率增长，所以，有效工人的数量按 $(n + g)$ 的速率增长。

有技术进步的稳态

由于技术进步在这里被模型化为劳动改善，所以它适合于本模型的方式和人口增长一样。技术进步导致工人的有效数量增加。

用 $k = K/(L \times E)$ 代表有效工人的人均资本，用 $y = Y/(L \times E)$ 代表有效工人的人均产出。有了这些定义，我们可以再次写出 $y = f(k)$ 。

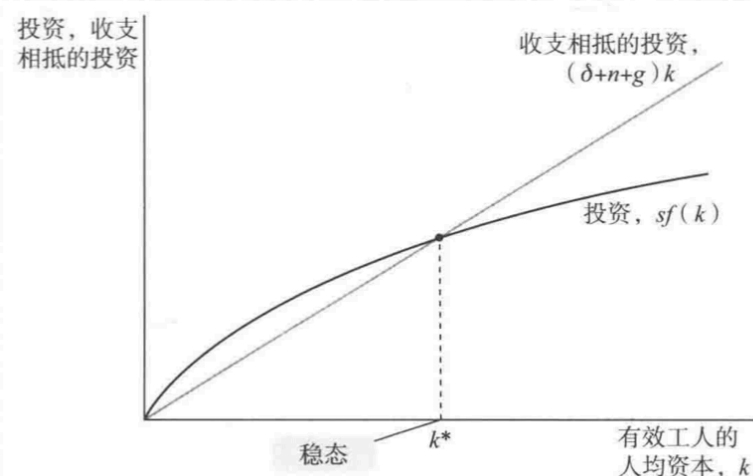
表示 k 随时间变动的方程现在变为

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

资本存量的变动 Δk 等于投资 $sf(k)$ 减去收支相抵的投资 $(\delta + n + g)k$ 。但是，现在由于 $k = K/(L \times E)$ ，收支相抵的投资包括三项：为了使 k 不变， δk 是替代折旧的资本所需要的， nk 是为新工人提供资本所需要的， gk 是为技术进步所创造的新的“有效工人”提供资本所需要的。

图 9—1 技术进步与索洛增长模型

将速率为 g 的劳动改善型技术进步加进我们对索洛增长模型的分析，其进入的方式和速率为 n 的人口增长进入的方式相同。由于把 k 定义为有效工人的人均资本，由技术进步导致的工人有效数量的增加倾向于减少 k 。在稳态，投资 $sf(k)$ 正好抵消了由于折旧、人口增长和技术进步所引起的 k 的减少。



纳入技术进步并没有在实质上改变我们对稳态的分析。仍然有一个用 k^* 表示的 k 的水平，在这一水平，有效工人的人均资本和有效工人人均产出保持不变。与以前一样，这一稳态代表长期均衡。

技术进步的影响

在稳态，有效工人的人均资本 k 是不变的。由于 $y = f(k)$ ，有效工人的人均产出也是不变的。在稳态下保持稳定的正是这些有效工人的人均数量。

**表 9—1 在有技术进步
的索洛模型中的稳态增
长率**

变量	符号	稳态增长率
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	$Y = y \times (E \times L)$	$n + g$

每个实际工人的产出 $Y/L = y \times E$ 。由于 y 在稳态下是不变的， E 以速率 g 增长，因此，工人的人均产出在稳态下必定也以速率 g 增长。

经济的总产出为 $Y = y \times (E \times L)$ 。由于 y 在稳态下时不变， E 以速率 g 增长， L 以速率 n 增长，所以，总产出在稳态下一速率 $(n+g)$ 增长。

技术进步会导致人均产出的持续增长。只有在达到稳态之前，高储蓄率才能导致高增长率。一旦经济处于稳态，人均产出的增长率就只取决于技术进步的速率。根据索洛模型，只有技术进步才能解释持续增长和生活水平的持续上升。

资本的黄金律现在被定义为使有效工人人均消费最大化的稳态。有效工人的人均稳态消费是

$$c^* = f(k^*) - (\delta + n + g)k^*$$

如果

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

或

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

那么，稳态的消费就最大化了。也就是说，在黄金律资本水平，资本的净边际产量($MPK - \delta$)等于总产出增长率($n + g$)。由于现实经济既有人口增长，又有技术进步，所以，我们必须用这个标准来评价经济的资本大于还是小于黄金稳态水平。

9.2 从增长理论到增长经验研究

平衡的增长

根据索洛模型，技术进步引起许多变量在稳态的数值一起上升。这一性质被称为平衡的增长(balanced growth)，它很好地描述了美国经济的长期数据。

人均产出 Y/L 和人均资本存量 K/L 。根据索洛模型，在稳态，这两个变量都以技术进步的速率 g 增长。资本——产出比率随着时间的推移一致保持大体不变。

技术进步也影响要素价格。在稳态，实际工资以技术进步的速率增长。

趋同

世界上贫穷的经济体将趋向于赶上世界上富裕的经济体。这种“赶上”的性质被称为趋同(convergence)。

根据索洛模型，两个经济体是否趋同取决于它们为什么是不同的。一方面，假定两个经济体由于历史偶然性开始时有着不同的资本存量，但是它们有着由他们的储蓄率、人口增长率和劳动效率所决定的相同的稳态。在这种情况下，我们应该预期两个经济体将趋同；在到达稳态的过程中，有着更少的资本存量的更穷的经济体自然将增长得更快。另一方面，如果两个经济体有着不同的稳态，那么我们就应当预期它们会趋同。相反，每个经济体将达到各自的稳态。

在有着类似文化和政策的经济体样本中，研究发现，各经济体以每年约2%的速率相互趋同。

世界上的各经济体显示出有条件的趋同(conditional convergence)：它们看起来向各自的稳态趋同，其稳态又由储蓄、人口增长和人力资本等变量决定。

要素积累 vs. 生产效率

这样一个问题：要解释富国与穷国之间的巨大差距，究竟是用(1)资本积累(包括人力资本)长的差别还是(2)生产函数的差别？

一个共同的发现是，它们是正相关的：有着高的实物和人力资本水平的国家也倾向于有效率地使用这些要素。

一种假说是，一个有效率的经济可能鼓励资本积累。另一种假说是，资本积累可能引致更高的效率。

最后一个假说是，要素积累与生产效率都受共同的第三个变量驱动。也许共同的第三个变量是一国制度的质量，包括政府的政策制定过程。

9.3 促进增长的政策

对储蓄率的评价

储蓄率决定了稳态的资本和产出水平。一个特定的储蓄率产生了黄金律稳态，该稳态使人均消费最大化，从而使经济福利最大化。黄金律为我们提供了一个可以用来与美国经济相比较的基准。

我们需要比较减去折旧后的资本的边际产量($MPK - \delta$)与总产出增长率($n + g$)。在黄金律稳态， $MPK - \delta = n + g$ 。

美国经济的资本存量大大低于黄金律水平。换言之，如果美国把其收入的更大比例用于储蓄和投资，它会更迅速地增长，并最终达到有着更高消费的稳态。

改变储蓄率

政府影响国民储蓄率最直接的方式是通过公共储蓄——政府所得到的税收收入和它支出之间的差额。

政府还可以通过影响私人储蓄——家庭和企业所进行的储蓄——来影响国民储蓄。人们决定储蓄多少取决于他们所面临的激励，而这些激励可以被多种公共政策改变。

关于公共政策的许多分歧的根源在于人们对私人储蓄会在多大程度上激励作出反应持有不同的观点。

配置经济的投资

私人企业及投资于传统类型的资本，也投资于更为新型的资本。政府投资于被称为基础设施(infrastructure)的各种形式的公共资本。

人力资本(human capital)提高了我们生产产品与服务的能力。模型化这一事实的一种方法是更广泛地定义我们称为“资本”的变量，使其既包括人力资本也包括实物资本。

许多经济学家主张，政府应该只是为不同类型资本创造一种“公平竞争环境”。然后政府可以依靠市场来有效地配置资本。

另一些经济学家建议，政府应该积极地促进某些特定形式的资本。技术进步成为社会知识体系的一部分，称为技术的外部性(technological externality)，或者称为知识溢出(knowledge spillover)。存在这种外部性时，资本的社会回报大于私人回报，资本积累对社会的好处比索洛模型所认为的更大。也许政府就应该用税法来股利。这种政策有时被称为产业政策(industrial policy)，其成功取决于政府精确衡量不同经济活动的外部性从而对每种活动给予正确激励的能力。

大多数经济学家对产业政策持怀疑态度，这有两个原因。第一，衡量不同部门的外部性是很困难的。第二，政策过程远非完美。

一种必然涉及政府的资本类型是公共资本。所有经济学家都同意，衡量公共资本的边际产量是困难的。私人资本给拥有这种资本的企业带来的利润易于衡量，而公共资本的好处是更为分散的。此外，私人投资是投资者花费自己的资金，而公共资本的资源配置涉及政治过程和纳税人的资金。

建立适当的制度

创建适当的制度对保证资源配置于最佳用途是至关重要的。

英式法律体系比法式法律体系对股东和债权人的法律保护更强，因此，英式国家的资本市场得到了更好的发展。有着更发达的资本市场的国家又经历了更快的增长，因为小公司和初创公司可以更容易地为其投资项目筹集资金，导致该国资本的更有效配置。

国家之间另一个重要的制度差别是政府的质量和政府官员的正直。经研究显示了一国腐败的程度确实是经济增长的一个重要决定因素。

支持促进增长的文化

一国的文化是指该国人民的价值观、态度和信念。许多社会学家认为文化可能对经济增长有着重要影响。

文化差别以一些明确的方式有助于解释为什么一些国家富裕而另一些国家贫穷。

- 不同社会中女性的待遇不同。
- 不同社会对待儿童的态度不同。
- 不同社会对新思想，特别是来自海外的思想，所持的开放程度不同。
- 不同社会中人们相互信任的程度不同。

一国文化产生于不同的历史、人类学和社会学力量，不能轻易被政策制定者控制。但是，文化随时间演化，政策能够起到支持作用。

鼓励技术进步

索洛模型表明，人均收入的持续增长必定来自技术进步。然而，索洛模型把技术进步视为外生的，没有对它作出解释。遗憾的是，技术进步的决定因素没有得到很好的理解。

尽管理解有限，许多公共政策仍然被设计出来以鼓励技术进步。这些政策中大多数鼓励私人部门把资金用于技术创新。

近年来，对技术进步的股利开始显现出国际维度。

9.4 超越索洛模型：内生增长理论

解释技术进步的模型常常被贴上内生增长理论（endogenous growth theory）的标签，因为这些模型抛弃了索洛模型的外生技术变革的假设。

基本模型

生产函数

$$Y = AK$$

式中，Y为产出；K为资本存量；A为衡量每一单位资本所生产的产出数量的常数。注意，这个生产函数并没有表现出资本收益递减的性质。无论资本存量有多少，额外的一单位资本生产A单位额外的产出。不存在资本收益递减是这个内生增长模型和索洛模型之间的关键差别。

我们假设比例为s的收入用于储蓄和投资。因此，我们用来描述资本积累的方程与以前所用的方程相似

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

这个方程是说，资本存量的变动 ΔK 等于投资 sY 减去折旧 δK 。把这个方程与生产函数 $Y = AK$ 结合在一起，稍作调整之后我们得到

因为

$$\frac{\Delta Y}{\Delta K} = A$$

所以

$$\frac{\Delta Y}{Y} = \frac{A\Delta K}{AK} = \frac{\Delta K}{K} = \frac{sY - \delta K}{K} = \frac{sAK - \delta K}{K} = sA - \delta$$

注意，如果 $sA - \delta$ ，那么，即使没有外生技术进步的假设，经济的收入也会永远增长下去。

因此，生产函数的一个简单变化就可以显著地改变对经济增长的预测。在索洛模型中，储蓄暂时性地导致增长，但资本收益递减最终迫使经济达到稳态，而稳态增长只取决于外生技术进步。相反，在这个内生增长模型中，储蓄和投资可以导致持续增长。

内生增长理论的支持者认为，如果对K做出更广义的解释，那么，资本收益不变（而不是收益递减）的假设就更合意。也许把知识看作一种资本是支持这个内生增长模型的最佳理由。显然，知识是经济中生产——无论是产品与服务的生产还是新知识的生产——的一种重要投入。然而，与其他形式的资本相比，假设知识表现出收益递减的性质就不那么自然了。（确实，过去几百年来科学与技术创新的不断加速使一些经济学家认为存在知识的收益递增。）如果我们接受知识是一种类型的资本这一观点，那么，这个假设资本收益不变的内生增长模型就更合理地描述了长期经济增长。

两部门模型

一种研究方法是力图建立一个以上生产部门的模型，以便对支配技术进步的力量提供更好的描述。

经济有两个部门，我们可以把它们称为制造业企业和研究型大学。企业生产产品与服务，这些产品与服务用于消费和实物资本投资。大学生产一种被称为“知识”的生产要素，随后这种生产要素在两个部门免费使用。这个经济有企业的生产函数、大学的生产函数以及资本积累方程来描述

$Y = F[K, (1 - u)LE]$	制造企业的生产函数
$\Delta E = g(u)E$	研究型大学的生产函数
$\Delta K = sY - \delta K$	资本的积累

式中， u 为大学的劳动力比例（ $1-u$ 为制造业的劳动力比例）； E 为知识存量（它又决定了劳动效率）； g 为表明知识增长如何取决于大学的劳动力比例的函数。制造业企业的生产函数被假设为规模报酬不变。

只要把资本广义的定义为包括知识在内，这个经济就表现出资本收益不变（而不是递减）的性质。特别地，如果我们把实物资本 K 和知识 E 都翻倍，那么，这个经济中两个部门的产出就都翻倍。因此，与 $Y=AK$ 模型一样，这个模型也可以在没有生产函数的外生移动的假设下产生持续增长。在这里，持续增长是内生产生的，因为大学里的知识创造永远不会放慢。

然而，这个模型同时也是与索洛增长模型类似。如果大学的劳动力比例 u 保持不变，那么，劳动效率 E 的比率 $g(u)$ 增长。这个劳动效率以不变的速率 g 增长的结果正是由技术进步的索洛模型所作的假设。而且，这个模型的其余部分——制造业生产函数和资本积累方程——也与索洛模型的其余部分类似。结果，对任何一个给定的 u 值，这个内生增长模型的运行都跟索洛模型一样。

在这个模型中有两个关键的决策变量。正如索洛模型中一样，用于储蓄和投资的产出比例 s 决定了稳态的实物资本存量。此外，大学中劳动力的比例 u 决定了知识存量的增长。尽管只有 u 影响稳态的收入增长率，但 s 和 u 都影响收入水平。因此，这个内生增长模型在说明那些社会决策决定技术变化的速率这个方向卖出了一小步。

研究与开发的微观经济学

一些内生增长模型试图把这些有关研究与开发的事实纳入进来。这些内生增长模型的一个优点是，它们对技术创新过程提供了更为全面的阐述。

研究的社会收益是大于还是小于私人收益？作为一个理论问题存在两个方向的效应。一方面，当一家企业创造了一种新技术时，它通过给其他企业的未来研究提供了一个可以依靠的知识基础而使这些企业的境况变好。另一方面，当一家企业投资于研究时，如果它除了首先发明了另一家企业本来在适当的时候也会发明的技术之外没有作出更多的贡献，那么，它也能使其他企业的境况变坏。

许多研究表明，“站在肩膀上”的外部效性是重要的，因此，研究的社会收益更高。

创造性毁灭的过程

经济进步是通过一个创造性毁灭（creative destruction）过程来实现的。熊彼特认为，进步背后的驱动力是那些拥有新产品、生产新产品的新技术或某种其他创新等创意的企业家。

面临成为创造性毁灭的牺牲品这样一种前景，现存生产者常常求助于政治程序来阻止新的更有效率的竞争者进入。

把技术进步作为一项企业家创新和创造性毁灭的过程来将其模型化。

9.5 结论

长期经济增长是一国公民经济福利的最重要的决定因素。

2020年10月15日 于北京

@anch3or