



Munich Personal RePEc Archive

# Can the Steady-State Path of Neoclassical Growth Model Embrace Capital-Augmenting Technological Progress?

Defu Li and Jiuli Huang

School of Economics and management, Tongji University, TEDA  
College, Nankai University

October 2012

Online at <http://mpa.ub.uni-muenchen.de/55044/>  
MPRA Paper No. 55044, posted 6. May 2014 05:33 UTC

## 新古典增长模型的稳态路径能否包括资本增进型技术进步?

黎德福 黄玖立\*

摘要: 现有文献认为, 除非生产函数是科布一道格拉斯函数, 新古典增长模型稳态路径上的技术进步必须是纯劳动增进型而不能包括资本增进型。然而, 本文通过一个扩展的拉姆齐模型证明, 当投资具有调整成本且调整成本与资本增进型技术水平正相关时, 即使生产函数不是科布一道格拉斯函数, 新古典增长模型的稳态路径也可以包括资本增进型技术进步。根据本文研究, 我们应重新思考新古典增长模型实现稳态增长的条件, 以及资本和资本增进型技术进步在经济增长中的作用。

关键词: Uzawa 稳态定理 资本增进型技术 调整成本 新古典增长模型

JEL 分类号: E13; O33; O11 中图分类号: F061.2

文献标识码: A 文章编号: 1000-6249(2012)10-0043-008

## 一、引言

改革开放以来, 中国经济持续高速增长。但是, 经验研究表明, 以全要素生产率刻画的技术进步对中国经济增长的贡献并不大(Wang and Yao, 2003; Young, 2003; 颜鹏飞和王兵, 2004; 郑京海和胡鞍钢, 2005)。增长理论认为, 技术进步才是经济长期持续增长的关键因素, 因此提高技术进步对经济增长的贡献是我国经济增长方式转变的主要任务。但是, 技术进步既有劳动增进型, 也有资本增进型,<sup>①</sup>我国在转变经济增长方式时是否应该有所侧重呢?

由于技术进步是对物质要素的替代, 因此影响技术进步类型的首要因素应该是资源禀赋结构。我国是一个劳动力增长迅速的发展中经济, 资源禀赋结构的基本特征是资本稀缺而劳动力丰富。因此, 对于中国当前的经济发展来讲, 技术进步类型的首选应该是相当于增加资本供给的资本增进型。另外, 由于物质资本积累通常还需要消耗一些不可再生的自然资源, 比如铁矿石、石油等就已经成为约束我国经济持续快速发展的重要自然资源, 而且物质资本在生产过程中还常常对生态环境造成破坏。因此, 即使将来劳动力不再丰裕, 经济的可持续发展也仍然需要资本增进型的技术进步。然而, 经济增长理论中的 Uzawa(1961) 稳态定理认为, 除非生产函数是科布-道格拉斯函数, 经济要想实现稳态增长, 技术进步只能是纯劳动增进型而不能有资本增进型。<sup>②</sup> 因此, 像中国这样的发展中经济的资源禀赋结构和强调节约

\* 黎德福, 同济大学经济与管理学院, Email: tjldf@tongji.edu.cn, 通讯地址: 上海市四平路 1239 号同济大学经济与管理学院, 邮政编码: 200092; 黄玖立, 南开大学跨国公司研究中心、国际商务研究所, Email: jlhuang@nankai.edu.cn。黎德福感谢国家社科基金青年项目“经济发展过程中的技术进步方向选择研究(批准号: 10CJL012)”、上海市哲学社会科学规划一般课题“双重过渡背景下影响中国经济增长方式转变的主要因素——基于省际面板数据的实证研究(批准号: 2008BJL003)”、“中央高校基本科研业务费专项资金(批准号: 1200219178)”和同济大学文科科研基金课题“劳动力转移与中国宏观经济波动的关系研究”的资助。黄玖立感谢教育部人文社会科学重点研究基地重大项目“FDZ、金融发展与全球经济平衡增长”(批准号: 10JJD790016)和“外商直接投资、劳动市场与我国收入分配格局研究”(批准号: 11JJD790005)的资助。感谢匿名审稿人提出的宝贵修改意见。当然, 文责自负。

<sup>①</sup> 技术进步的类型还包括希克斯中性, 但是希克斯中性可以视为资本增进型与劳动增进型相同时的组合, 见 Barro and Sala-i-Martin(2004, p78-79)。

<sup>②</sup> 但是在科布-道格拉斯函数下, 技术进步总可以表述为纯劳动增进型或不含资本增进型的形式, 因此也不算 Uzawa 稳态定理的例外。

物质资源消耗的可持续发展对技术进步方向的要求与经济实现稳态增长似乎是矛盾的。前者要求技术进步应该以资本增进型为主,或至少应该包括资本增进型,而后者则认为,技术进步不能包括资本增进型,必须是纯劳动增进型。<sup>①</sup>所谓稳态增长,就是各个经济变量如产出、消费、投资等变量都以固定的速度增长,而资本与劳动的相对收入份额保持不变(Barro and Sala-i-Martin 2004, p33-34)。虽然这些变量的增长率短期会有波动,但长期基本保持稳定。这显然是一个可持续经济增长的基本要求,也是长期经济增长历史的基本特征。因此,目前绝大部分增长模型,无论是外生增长模型还是内生增长模型都选择要稳态增长路径,而将技术进步类型严格限定为纯劳动增进型(Jones 2005)。这虽然使模型拥有稳态增长路径,却留下了与资源禀赋结构和可持续发展对技术进步方向要求的矛盾,并很难从经济直觉上进行解释。<sup>②</sup>

但是,Uzawa 稳态定理有一个重要的隐含假设,即每单位投资的调整成本(Adjustment Cost)<sup>③</sup>固定不变,甚至为零,也就是投资没有调整成本。其实,零调整成本的假设早在1960年代就被认为不符合现实,并会导致一些明显违背事实的结论。<sup>④</sup>为了克服这一局限,Abel and Blandchard(1983)和Barro and Sala-i-Martin(2004,第3章)分析了存在投资调整成本的新古典增长模型。不过,这些研究并没有考虑调整成本与资本增进型技术进步的关系。现实中,资本增进型技术进步通常体现在新的资本品如新机器设备之中(Solow,1960;Phelps,1962)。资本增进型技术水平越高的机器,通常是一些新的、更加复杂的机器。安装、调试新机器的成本往往高于老机器。因此,投资的调整成本不仅与投资数量相关,而且与资本增进型技术水平相关。基于这一假设,本文提出一个扩展的拉姆齐模型。与传统增长模型相比,我们模型最显著的著特点是它并不要求稳态增长时技术进步必须是纯劳动增进型,资本增进型技术进步与稳态增长路径可以兼容。根据本文研究,我们需要重新认识新古典增长模型拥有稳态路径的条件。同时,根据本文模型,包括中国在内的发展中国家完全可以根据自身的资源禀赋特征和可持续发展的要求,选择资本增进型技术进步实现经济的持续增长。

本文的结构安排如下:接下来的第二节是模型环境的设定;第三节分析模型的均衡结果;第四节是资本存量测算方法与卡尔多典型事实的再认识;第五节总结全文。

## 二、模型的经济环境

假设经济中存在一个代表性消费者。不失一般性,假设代表性消费者的单期效用函数为常相对风险规避(CRRA)形式的效用函数,即 $u[C(t)] = C(t)^{1-\theta}/(1-\theta)$ ,其中 $t$ 表示时间, $C(t)$ 表示 $t$ 时刻的消

<sup>①</sup> 这使目前增长理论在稳态路径与资本增进型技术进步之间陷入一种两难选择。Temple(2009)为帕尔格雷夫辞典撰写的“Balanced Growth”词条就一方面强调平衡增长很重要,另一方面又指出假设技术进步只能是纯劳动增进型太苛刻。

<sup>②</sup> Schlicht(2006)指出“Uzawa 稳态定理是一个限制性极强,从而极其武断的要求,它使得稳态增长非常奇怪,存在的可能性极小。”事实上,增长文献很早就认识到 Uzawa 定理缺乏经济机制,并试图从诱致创新的角度进行弥补(Fellner,1961;Kennedy,1964;Samuelson,1965;Drandakis and Phelps,1966;Acemoglu,2003;Jones,2005;Jones and Scrimgeour,2008),但该定理与资源禀赋结构和可持续发展对技术进步方向要求的矛盾还没有引起重视。

<sup>③</sup> 目前文献认为,调整成本分为两种基本形式:内部的和外部的(Mussa,1977;Sala-i-Martin,2005)。内部调整成本指企业为了安装新机器及训练工人操作新机器时必须支付的除购买机器设备之外的额外成本(Eisner and Strotz,1963;Lucas,1967);当资本品的生产具有成本递增的性质时,投资就具有外部调整成本(Foley and Sidrauski,1970)。但从最后的分析结果来看,二者是等价的(Mussa,1977;Sala-i-Martin,2005),因为其核心都是一单位投资只能够转换为小于一单位的资本。

<sup>④</sup> 根据 Sala-i-Martin(2005),投资没有调整成本至少可能得出这样三个不符合事实的结论:第一,如果市场利率出现离散变化,企业将进行无限大的投资。然而投资受产出水平的限制,无限大的投资显然是不可能的;第二,如果企业的技术水平有差异,则面对统一的市场利率,所有的投资都将发生在资本边际生产率最高的企业,其它企业的投资将是零。这也明显不符合事实;第三,当前的投资与未来的资本边际生产率无关,因此预期对投资没有任何影响。

费  $\theta$  表示相对风险规避系数或者跨期替代弹性的倒数。我们用  $\rho$  表示时间偏好率,则个人一生的效用水平为:

$$\int_{t=0}^{\infty} \frac{C(t)^{1-\theta}}{1-\theta} e^{-\rho t} dt \quad (1)$$

假设经济的生产函数是一个同时包括资本增进型和劳动增进型技术的新古典生产函数:

$$Y(t) = F[B(t)K(t), A(t)L(t)] \quad (2)$$

$Y$  表示产出,  $K$  表示物质资本,  $L$  表示劳动力,  $B$  表示资本增进型技术,  $A$  表示劳动增进型技术。 $B$ 、 $A$  和  $L$  的增长率分别外生给定为  $\dot{B}(t)/B(t) = b \geq 0$ 、 $\dot{A}(t)/A(t) = a \geq 0$  和  $\dot{L}(t)/L(t) = n \geq 0$  并且  $B(0) \geq 1$ 、 $A(0) \geq 1$  和  $L(0) \geq 1$ 。对  $K$  和  $L$ , 生产函数(2)式满足 Barro and Sala-i-Martin(2004, p26-28) 详细总结的四个基本性质:(1) 规模报酬不变;(2) 具有正但递减的边际产出;(3) Inada(1963) 条件;(4) 每种要素都是必要的, 如果  $K=0$  或  $L=0$  则产出为零。 $BK$  表示有效资本,  $AL$  表示有效劳动。

消费者的预算约束是:

$$Y(t) = C(t) + I(t), I(t) > 0, C(t) > 0 \quad (3)$$

$C(t) > 0$  是经济活动的基本要求,  $I(t) > 0$  是产出中不用于当期消费的部分。<sup>①</sup>

由于资本增进型技术水平更高的机器通常是新的、更加复杂的机器,在其它因素给定的情况下,安装调试或生产这些新的更加复杂的机器的成本通常更高。因此,假设投资不仅具有调整成本,而且调整成本与资本增进型技术水平正相关,即:

$$I(t) = I_K(t) + h[I_K(t), B(t)], \partial h / \partial I_K \geq 0, \partial^2 h / \partial I_K^2 \geq 0, \partial h / \partial B > 0 \quad (4)$$

$$\dot{K}(t) = I_K(t) - \delta K(t), K(0) > 0, \delta \geq 0, I_K(t) > 0 \quad (5)$$

其中  $I_K(t)$  表示用于购买资本品的投资。(4)和(5)式表示,为了使购买的资本品变成可投入生产的资本,必须支付一笔额外的成本  $h$ 。这部分成本不增加资本存量,但它是增加资本存量必须付出的代价,称为调整成本。因此增加一单位物质资本,用最终产品度量的总机会成本是  $I_K(t) + h$ 。调整成本的大小不仅与投资  $I_K$  的大小有关,而且与资本增进型技术水平  $B$  有关。现有文献(Uzawa, 1961; Barro and Sala-i-Martin, 2004, p78-80; Jones and Scrimgeour, 2008; Schlicht, 2006; Acemoglu, 2009, p60-62)在证明 Uzawa 稳态定理时都假设资本积累方程是  $\dot{K}(t) = I(t) - \delta K(t)$ , 由(4)式和(5)式可知,该方程隐含地假设调整成本函数是  $h=0$ , 也就是投资没有调整成本。Abel and Blandhard(1983)和 Barro and Sala-i-Martin(2004, 第3章)假设投资的调整成本函数是  $h = I_K(t) \phi[I_K(t)/K(t)]$ , 其中  $\phi(0) = 0$ ,  $\phi' > 0$ ,  $\phi'' \geq 0$ , 与(4)式的重要区别是忽略资本增进型技术水平  $B(t)$  对投资调整成本的影响。

为了能够给出模型的具体结果,本文进一步假设调整成本函数具体形式如下:

$$h[I_K(t), B(t)] = I_K(t) [B(t) - 1], B(t) \geq 1 \quad (6)$$

(6)式表示当  $B(t) > 1$  时,投资的调整成本不仅与投资的数量  $I_K$  正相关,也与资本增进型技术水平  $B(t)$  正相关。而当  $B(t) = 1$  时,投资的调整成本为0。因此传统拉姆齐模型的投资调整成本函数也可以说是(6)式的一种特殊情况。将(6)式代入(4)式并移项得:

$$I_K(t) = I(t) / B(t) \quad (7)$$

将(7)式代入(5)式得投资调整成本与资本增进型技术水平正相关时的资本积累函数是:

$$\dot{K}(t) = I(t) / B(t) - \delta K(t) \quad (8)$$

<sup>①</sup> 由于本文的重点是证明新古典增长模型在稳态增长时可以有资本增进型技术进步,而不在于分散均衡与计划均衡的差别,因此忽视代表性消费者的个人消费与社会总消费的区别。

虽然上面是从投资的调整成本角度逐步得出资本积累方程(8)式,但(8)式的含义也可以作如下直观的解释:如果  $B(t)$  表示资本中体现的技术水平,  $K(t)$  表示新增的资本数量,那么(8)式表示同样的投资,要想增加技术含量更高的资本,就必须牺牲资本的数量,要想增加更多数量的资本,就必须牺牲资本的技术水平。因此(8)式隐含投资在资本的数量与技术水平之间的分配存在替代关系。<sup>①</sup>

最后,模型的横截条件是:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} [K(t) \lambda e^{-\rho t}] = 0 \quad (9)$$

### 三、模型的均衡结果

(一) 消费者行为

根据最优控制技术构造模型的汉密尔顿方程:

$$H(C, K, \lambda) = \frac{C(t)^{1-\theta}}{1-\theta} e^{-\rho t} + \lambda \{ [Y(t) - C(t)]/B(t) - \delta K(t) \} \quad (10)$$

一阶条件是:

$$\partial H / \partial C = C(t)^{-\theta} e^{-\rho t} - \lambda / B(t) = 0 \quad (11)$$

$$\dot{\lambda} = -\partial H / \partial K = -\lambda [\partial Y / \partial (BK) - \delta] \quad (12)$$

通过取对数并对时间求导,由(11)式可得:

$$\theta \frac{\dot{C}(t)}{C(t)} = -\frac{\dot{\lambda}}{\lambda} + \frac{\dot{B}}{B} - \rho \quad (13)$$

将资本增进型技术进步率和(12)式代入(13)式得:

$$\theta \frac{\dot{C}(t)}{C(t)} = \frac{\partial Y}{\partial (BK)} - \delta + b - \rho \quad (14)$$

(14)式就是投资调整成本与资本增进型技术水平正相关时模型的欧拉方程。

(二) 稳态增长均衡

定义  $k \equiv BK/AL$  表示有效资本与有效劳动之比,利用  $k$  将生产函数表示为集约形式  $f(k) = F(BK/AL, 1)$ ,有效资本的边际产出是  $f'(k) = \partial Y / \partial (BK)$ 。定义  $c \equiv C/AL$  表示有效劳均消费。利用前面关于  $B, A$  和  $L$  的假设以及(8)式和(14)式可得方程组(15)式:

$$\begin{cases} \frac{\dot{k}(t)}{k(t)} = b + \frac{f(k) - c}{k} - \delta - a - n \\ \frac{\dot{c}(t)}{c(t)} = \frac{1}{\theta} [f'(k) + b - \rho - \delta] - a - n \end{cases} \quad (15)$$

由  $\dot{c}(t)/c(t) = 0$  和  $\dot{k}(t)/k(t) = 0$  得:

$$f'(k^*) = \rho + \delta + \theta(a + n) - b \quad (16)$$

均衡时消费  $C$  的增长率和资本  $K$  的增长率是:

$$\begin{cases} \dot{C}/C = [f(k^*) + b - \rho - \delta] / \theta = a + n \\ \dot{K}/K = a + n - b \end{cases} \quad (17)$$

<sup>①</sup> 当然,由于资本增进型技术进步在本文中是外生给定的,投资的这种分配关系在经济主体的理性选择中并没有完全反映出来。

均衡增长时的储蓄率是:

$$s^* \equiv \frac{I(t)}{Y(t)} = \frac{(a+n+\delta-b)k^*}{f(k^*)} \quad (18)$$

由于稳态路径上  $k^*$  是常数,因此,储蓄率  $s$  的确是常数。由此也可得  $Y$ 、 $I$  和  $C$  的增长率相同,且是:

$$\frac{\dot{Y}}{Y} = \frac{\dot{I}}{I} = \frac{\dot{C}}{C} = \frac{1}{\theta} [f(k^*) - b - \rho - \delta] = a + n \quad (19)$$

均衡时资本与劳动的边际生产率分别是:

$$\begin{cases} r \equiv \partial Y / \partial K = B f'(k^*) \\ w \equiv \partial Y / \partial L = A [f(k^*) - k^* f'(k^*)] \end{cases} \quad (20)$$

当稳态均衡存在技术进步时,资本与劳动的边际生产率不是常数,而是持续增长,其增长率分别是:

$$\begin{cases} \dot{r}/r = \dot{B}/B = b \\ \dot{w}/w = \dot{A}/A = a \end{cases} \quad (21)$$

现实中利率并没有持续上升的趋势。这说明当存在资本增进型技术进步时,市场利率并不是物质资本的边际生产率。物质资本的边际生产率持续上升的原因是资本增进型技术持续进步,与劳动力的边际生产率持续上升是因为劳动增进型技术持续进步是一样的道理。

稳态增长时要素的收入份额之比是:

$$\begin{cases} \alpha_K \equiv \frac{rK}{Y} = \frac{r}{B} \frac{k^*}{f(k^*)} = \frac{f'(k^*)k^*}{f(k^*)} \\ \alpha_L \equiv \frac{wL}{Y} = \frac{w}{A} \frac{1}{f(k^*)} = \frac{f(k^*) - k^* f'(k^*)}{f(k^*)} \end{cases} \quad (22)$$

由于稳态时  $k^*$  不变,因此资本与劳动的收入份额保持固定。这说明虽然存在资本增进型技术进步,但是要素的收入份额在稳态时同样保持不变。由于各变量的增长率和要素收入份额不变,因此模型的均衡结果满足稳态增长路径定义的要求。

(三) 均衡的稳定性

对(15)式在均衡点附近进行一阶泰勒级数展开,得:

$$\begin{pmatrix} \dot{k}(t) \\ \dot{c}(t) \end{pmatrix} \approx \begin{pmatrix} \frac{f'(k^*)}{k^*} - \frac{(a+n+\delta-b)}{k^*}, & -\frac{1}{k^*} \\ \frac{1}{\theta} f''(k^*), & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} k \\ c \end{pmatrix} \quad (23)$$

(23)式的系数行列式是:

$$\det \begin{bmatrix} \frac{f'(k^*)}{k^*} - \frac{(a+n+\delta-b)}{k^*}, & -\frac{1}{k^*} \\ \frac{1}{\theta} f''(k^*), & 0 \end{bmatrix} = \frac{f''(k^*)}{\theta k^*} < 0 \quad (24)$$

由于系数矩阵的行列式(24)小于零,因此方程(23)的两个特征根异号。这表明模型的稳态增长均衡是局部鞍点稳定的。

#### 四、资本存量测算方法与卡尔多典型事实的再认识

著名的卡尔多典型事实(Kaldor,1963)认为,经济长期增长过程中资本回报率和物质资本-产出比近乎稳定。但是,本文以上分析却表明,如果稳态增长时有资本增进型技术进步,物质资本的生产率和边际

生产率都持续上升,物质资本-产出比则持续下降。这是否说明包括资本增进型技术进步的稳态增长路径与经济的历史经验矛盾,是不现实的呢?本文认为,卡尔多典型事实的确对稳态增长路径可以包括资本增进型技术进步的结论是一个挑战,但是也不能因此就完全否认资本增进型技术进步在稳态路径上存在的可能性。这不仅因为卡尔多典型事实即使完全真实也仅是历史,并不表示未来一定仍然如此,而且也存在另一种可能性,即卡尔多典型事实只是某种统计核算方法的特定结果,与真实的客观历史并不完全一致。

尽管卡尔多典型事实常常作为增长理论建模应该遵循的事实基础,但是这些事实的客观性依赖于物质资本估计的准确性。在生产函数  $Y = F(BK, AL)$  中,  $K$  是物质资本,  $BK$  是有效资本。当存在资本增进型技术进步时,  $K$  和  $BK$  不仅在量的大小,而且在变化趋势上都存在重大差异。目前对资本存量的测算方法是“永续存货法”(perpetual-inventory method) 将投资的价值量进行累加作为资本的存量。如果投资刚好等于折旧加上新增物质资本,即  $I(t) = K(t+1) - K(t) + \delta K(t)$ , 那么“永续存货法”估计的结果就恰好是物质资本  $K$ 。然而,由于物质资本与资本增进型技术进步二者常常融为一体,资本增进型技术进步很难不反映在资本品的市场价格中,从而很难不反映在投资的变化上。而当投资有调整成本且调整成本与资本增进型技术进步正相关时,由(8)式可知,此时投资等于  $I(t) = B(t) \dot{K}(t) - \delta B(t) K(t)$ 。因此,“永续存货法”估计的结果很可能不是物质资本  $K$ ,而是近似等于有效资本  $BK$ 。如果估算的资本存量的确是有效资本  $BK$ ,经济增长的历史就并不排除物质资本的回报率持续上升和物质资本-产出比持续下降的可能性,也就不排除资本增进型技术进步长期存在的可能性。

这种推测从学术界对技术进步在东亚奇迹中的贡献的争论来看还具有很大的现实可能性。尽管东亚经济的快速增长是二战后世界经济发展中最为显著的成就之一,但是1990年代以来关于东亚经济的增长因素核算认为,东亚经济的全要素生产率(下面用 TFP 表示)增长很慢,与前苏联经济增长模式没有本质区别(Krugman, 1994)。这不仅使东亚发展模式的推广价值大打折扣,而且自身的发展前景也备受质疑。针对这种观点,林毅夫和任若恩(2007)指出,这很可能是由于目前资本存量的测算方法将体现在资本品中的技术进步作为物质资本的贡献而从全要素生产率的增长率中剔除,从而严重低估了实际的技术进步速度。下面证明,如果“永续存货法”测算的资本存量实际并不是物质资本  $K$  的存量,而是有效资本  $BK$  的存量,那么传统的 TFP 核算方程就刚好遗漏了整个资本增进型技术进步对 TFP 增长的贡献。

由生产函数(2)式得真实 TFP 增长率的理论公式是:

$$\frac{\dot{TFP}(t)}{TFP(t)} = [1 - \alpha_K(t)] \frac{\dot{A}(t)}{A(t)} + \alpha_K(t) \frac{\dot{B}(t)}{B(t)} \quad (25)$$

即 TFP 的增长率是劳动增进型与资本增进型技术进步的加权和。但由于技术进步本身不能测度,因此通常都利用索洛残差法(Solow, 1957)进行估算,<sup>①</sup>即:

$$\frac{\dot{TFP}(t)}{TFP(t)} = \frac{\dot{Y}(t)}{Y(t)} - [1 - \alpha_K(t)] \frac{\dot{L}(t)}{L(t)} - \alpha_K(t) \frac{\dot{K}(t)}{K(t)} \quad (26)$$

如果“永续存货法”测算的资本存量就是实际物质资本存量  $K$ ,那么(26)式的估计结果就是(25)式的结果。但是,如果测算出来的资本存量实际是有效资本  $BK$ ,残差法估计的 TFP 增长就少掉了资本增进型技术进步。用  $TFP_A$  表示残差法核算的全要素生产率,得:

$$\frac{\dot{TFP}_A(t)}{TFP_A(t)} = \frac{\dot{Y}(t)}{Y(t)} - [1 - \alpha_K(t)] \frac{\dot{L}(t)}{L(t)} - \alpha_K(t) \left[ \frac{\dot{B}(t)}{B(t)} + \frac{\dot{K}(t)}{K(t)} \right] \quad (27)$$

它与真实 TFP 增长率的关系是:

<sup>①</sup> 即使不用 Solow 残差法,只要资本的测算方法相同,也同样会低估实际的技术进步速度。

$$\frac{\dot{TFP}_A(t)}{TFP_A(t)} = \frac{\dot{TFP}(t)}{TFP(t)} - \alpha_K(t) \frac{\dot{B}(t)}{B(t)} \quad (28)$$

(28)式表明,正如林毅夫和任若恩(2007)所指出,利用“永续存货法”测算的资本存量去测算TFP增长,很可能遗漏了资本增进型技术进步对东亚经济中技术进步的重要贡献。

## 五、结束语

现有文献认为,除非生产函数是科布-道格拉斯函数,新古典增长模型的稳态增长路径不能包括资本增进型技术进步。本文通过一个具体的新古典增长模型证明,如果投资不仅具有调整成本,且调整成本与资本增进型技术水平正相关,则新古典增长模型的稳态增长路径就可以容纳资本增进型技术进步。因此,目前对新古典增长模型拥有稳态路径的条件可能需要重新认识。如果稳态增长时有资本增进型技术进步,那么物质资本的生产率与边际生产率将持续上升,而物质资本一产出比则持续下降。尽管这与卡尔多典型事实矛盾,但也提醒我们,“永续存货法”不能分解物质资本存量和资本增进型技术水平,从而使得卡尔多典型事实可能需要重新理解。为了检验现实经济增长中是否包括资本增进型技术进步,需要找到能够单独地测算物质资本K或者资本增进型技术B的方法。这可能是未来增长经验研究的重要任务。

尽管本文讨论的是基础理论问题,直接的政策含义似乎并不明显,但是也为我国转变经济增长方式的政策要求提供了理论支持。减少物质要素投入,提高技术进步对经济增长的贡献是转变我国经济增长方式的必然选择(吴敬琏,2006)。但是由于我国劳动力增长迅速,每年面临的就业压力很大,因此至少从短期来看,不应该过多减少经济增长中的劳动力投入,而应该主要减少物质资本的投入,也就是技术进步中应该包括更多资本增进型而不是劳动增进型。但是,这些文献似乎没有注意到,希望通过资本增进型技术进步转变我国经济增长方式的政策要求,在现有增长理论看来与经济实现稳态增长矛盾。不过,从本文的分析看来,这样的矛盾是不存在的。根据前面的分析,本文模型的稳态增长均衡,Y、I、C的增长率与没有资本增进型技术进步时是相同的,都等于劳动力和劳动增进型技术的增长率之和,即 $a+n$ ,但是资本的增长率 $\dot{K}/K = a+n-b < \dot{Y}/Y$ ,比没有资本增进型技术进步时要小。因此,资本增进型技术进步减少了物质资本对经济增长的贡献,提高了全要素生产率增长的贡献。这正是中国经济增长方式转变所希望的方向。

## 参考文献

- Abel, A. and Blanchard, O. J., 1983, "An Intertemporal Equilibrium Model of Saving and Investment," *Econometrica* Vol. 51, No. 3, pp. 675-692.
- Acemoglu, Daron, 2003, "Labor- and Capital- Augmenting Technical Change," *Journal of European Economic Association*, Vol. 1, No. 1, pp. 1-37.
- Acemoglu, Daron, 2009 *Introduction to Modern Economic Growth*, Princeton University Press.
- Barro, Robert and Xavier Sala-i-Martin, 2004, *Economic Growth*. MIT Press, Cambridge, MA.
- Drandakis, E. M., and Edmund S. Phelps, 1966, "A Model of Induced Invention, Growth, and Distribution," *Economic Journal*, Vol. 76, No. 304, pp. 823-840.
- Eisner, R. and M. Strotz, 1963, "Determinants of business investment", in "Impacts of Monetary Policy", Commission on Money and Credit, Englewood Cliffs, N. J. Prentice Hall.
- Fellner, William, 1961, "Two Propositions in the Theory of Induced Innovations," *Economic Journal*, Vol. 71, No. 282 (Jun., 1961), pp. 305-308.
- Foley, D. and M. Sidrauski, 1970, "Portfolio choice, investment and growth," *American Economic Review*, Vol. 60, No. 1, pp. 44-63.
- Inada, Ken-Ichi, 1963, "On a Two-Sector Model of Economic Growth: Comments and a Generalization," *Review of Economic Studies*, Vol. 30, No. 2, pp. 119-127.
- Jones, Charles I. 2005, "The Shape of Production Functions and the Direction of Technical Change," *Quarterly Journal of Economics* Vol. 120, No. 2, pp. 517-549.
- Jones, Charles I. and Dean Scrimgeour, 2008, "A New Proof of Uzawa's Steady-State Growth Theorem," *Review of Economics and Statistics*,

- Vol. 90 ,No. 1 ,pp. 180 –182.
- Kaldor ,Nicholas ,1963, “Capital Accumulation and Economic Growth ,” In Friedrich A. Lutz and Douglas C. Hague , eds. , *Proceedings of a Conference Held by the International Economics Association*. London: Macmillan.
- Kennedy , Charles M. ,1964, “Induced Bias in Innovation and the Theory of Distribution ,” *Economic Journal* ,Vol. 74 No. 295 ,pp. 541 –547.
- Krugman ,P. ,1994, “The myth of Asia’s miracle ,” *Foreign Affairs* , Vol. 73 ,No. 6 ,pp. 62 –78.
- Lucas ,R. E. ,1967, “Adjustment costs and the theory of supply ,” *Journal of Political Economy* , Vol. 75 ,No. 4 , Part 1 ( Aug. ,1967) , pp. 321 –334.
- Mussa ,Michael ,1977, “External and Internal Adjustment Costs and the Theory of Aggregate and Firm Investment ,” *Economica* ,Vol. 44 , No. 174 ,pp. 163 –178.
- Phelps ,Edmund S. ,1962, “The New View of Investment: A Neoclassical Analysis ,” *Quarterly Journal of Economics* , Vol. 76 ,No. 4 ,pp. 548 –567.
- Sala - i - Martin Xavier ,2005, “Internal and External Adjustment Costs in the theory of Fixed Investment” ,( *lecture notes for Investment Theory for First Year Graduate Macroeconomics* ) ,www. columbia. edu/ ~xs23/ . . . /Investment%20handout%202005. pdf.
- Samuelson , Paul A. ,1965, “A Theory of Induced Innovation along Kennedy – Weisäcker Lines ,” *Review of Economics and Statistics* , Vol. 47 , No. 4 ,pp. 343 –356.
- Schlicht ,Ekkehart ,2006, “A Variant of Uzawa’s Theorem ,” *Economics Bulletin* , Vol. 5 ,No. 6 ,pp. 1 –5.
- Solow , Robert M ,1957, “Technical Change and the Aggregate Production Function ,” *Review of Economics and Statistics* , Vol. 39 ,No. 3 pp. 312 –320.
- Solow , Robert M. ,1960, “Investment and Technical Change ,” In Kenneth J. Arrow et al. , eds. , *Mathematical Methods in the Social Sciences*. Palo Alto , CA: Stanford University Press.
- Temple , Jonathan ,2009, “Balanced growth ,” in Steven Durlauf and Lawrence Blume eds. , *The New Palgrave Dictionary of Economics ( second edition)* , Palgrave Macmillan.
- Uzawa , Hirofumi ,1961, “Neutral Inventions and the Stability of Growth Equilibrium ,” *Review of Economic Studies* , Vol. 28 ,No. 2 ,pp. 117 –124.
- Wang ,Yan and Yudong Yao ,2003, “Sources of China’s economic growth 1952 –1999: incorporating human capital accumulation. ” *China Economic Review* , Vol. 14 ,No. 1 pp. 32 –52.
- Young , Alwyn ,2003, “Gold into Base Metals: Productivity Growth in the People’s Republic of China during the Reform Period. ” , *Journal of Political Economy* , Vol. 111 ,No. 6. pp. 1220 –1261.
- 林毅夫、任若恩 2007,《东亚经济增长模式相关争论的再探讨》,《经济研究》第8期4–12页。
- 吴敬琏 2006,《中国经济增长模式抉择》上海远东出版社 上海。
- 颜鹏飞、王兵 2004,《技术效率、技术进步与生产率增长:基于DEA的实证分析》,《经济研究》第12期55–65页。
- 郑京海、胡鞍钢 2005,《中国改革时期省级生产率增长变化的实证分析(1979–2001)》,《经济学(季刊)》第4卷第2期263–296页。

## Can the Steady – State Path of Neoclassical Growth Model Embrace Capital – Augmenting Technological Progress?

Defu Li Jiuli Huang

**Abstract:** The celebrated Uzawa (1961) theorem holds that , on the steady – growth path of neoclassical growth model , technological progress must be purely labor – augmenting rather than capital – augmenting , except the special case where the production function takes the form of Cobb – Douglas. With an augmented Ramsey model , however , we prove in this paper that , when investment has adjustment cost which correlates positively with capital – augmenting technology , the steady state growth path can also embrace capital – augmenting technological progress , even if the production function is not Cobb – Douglas. Our conclusions contribute to the study of steady – state condition of neoclassical growth model , and the understanding of the roles of capital and capital – augmenting technology progress in economic growth.

**Keywords:** Uzawa Steady – state Theorem; Capital – Augmenting Technology; Adjustment Cost; Neoclassical Growth Model

(责任编辑:徐现祥)