

(19) 457-460

## 对生产函数测度企业技术进步的改进

师 萍 张其凯

F403.6

(西北大学经济管理学院, 710069, 西安; 第一作者 47岁, 女, 副教授)

**摘 要** 基于中国目前具体情况, 对生产函数做出若干改进后用于测度企业技术进步, 给出了通过实证研究所设计的测度指标, 并对模型予以推导。实践证明, 这个改进是行之有效的。

**关键词** 生产函数; 改进模型; 技术进步

**分类号** F403.6

企业

技术进步在企业生产增长中的作用, 溶化渗透于生产诸要素之中, 并使其不断物化, 进而转化为生产力的。测算企业技术进步的实质, 是在特定的经济系统内, 在寻求技术变化的过程中, 找出各种因素所发挥作用的平均效果。

对技术进步的理论含义通常有两种理解: 一种狭义, 一种广义。狭义技术进步是指由于科学技术进步而带来的一系列新的方法和生产手段。按照这一理解, 企业技术进步被看作是伴随着一项又一项具体实用新技术的产生, 并应用于生产实践而出现的。它是一种硬的、体现型的技术进步, 即体现在企业投入要素本身质量、效率的改进上。广义技术进步不仅包括狭义技术进步的内容, 而且包括管理水平、决策水平、智力水平、服务水平等软技术的进步。也就是说, 既包括体现型技术进步, 又包括非体现型技术进步。我们在测度和评价企业技术进步时, 主要是测度和评价广义技术进步, 即指后者。

### 1 对生产函数的改进

基于我国企业的实际情况, 对用生产函数测度企业技术进步做出几点改进:

(1) 采用索洛模型和肯德里克模型联合推导, 而生产函数采用 C-D 生产函数。  
(2) 假定在 C-D 函数中, 资金、劳动的产出弹性满足  $\alpha + \beta = 1$ , 即规模收益不变。 $\alpha + \beta = 1$  意味着两个应用条件: ① 此时的 C-D 函数是一个短期生产函数, 它的每一个技术时期  $t$ , 应当是尽量地短, 使该时期内的“综合技术”不发生变动; 与此同时,  $t$  又应当是足够地长, 使该期内企业生产处于稳定状态。为此, 我们取  $t = 1$  年; ② 此时的 C-D 函数是这样一类生产函数, 即在所有投入要素中, 至少有一个是被充分利用的。我们认为, 这样的假设符合我国大中型企业的实际情况。

(3) 实际统计资料表明, 我国企业的技术进步, 都不满足中性技术进步的要求。希克斯、哈罗德、索洛等中性技术进步的特点是这三类技术进步不会改变工资量与利润量在国民收入(净产值)中的份额, 而这是不符合我国实际情况的。

从非中性技术进步的确认可以推出: ① 技术进步应包含非体现型和体现型两种因素, 即除了集约因素之外, 还应有非集约的、由某一因素所体现出来的技术进步; ② 生产函数的产出弹性  $\alpha, \beta$  应是变动的, 是时间  $t$  的函数。希克斯中性假设为: 资金、劳动的边际替代率为资金装备率的函数, 即:

$$s = \frac{(\partial Y / \partial L)}{(\partial Y / \partial K)} = f\left(\frac{K}{L}\right);$$

$$\text{等式左边 } s \text{ 为: } s = \frac{(\partial Y / \partial L)}{(\partial Y / \partial K)} = \frac{(\frac{\partial Y}{Y} / \frac{\partial L}{L}) \frac{Y}{L}}{(\frac{\partial Y}{Y} / \frac{\partial K}{K}) \frac{Y}{K}} = \left(\frac{\beta}{\alpha}\right) \frac{K}{L}.$$

因此,对希克斯中性:  $\frac{\beta}{\alpha} = \text{const.}$

(4) 产出弹性  $\alpha, \beta$  不能用回归分析方法确定。在测度宏观经济系统的技术进步时,往往可以采用回归分析法来确定  $\alpha$  和  $\beta$ ,但在测算微观即企业技术进步时,我们认为是不恰当的。这是因为,从理论上讲,用回归方法求取一个参数  $\alpha, \beta$  的平均值,与上述动态说明相悖,与非中性技术进步的假设相悖。

(5) 对索洛假设条件的修正。为了测算技术进步的经济效益,索洛曾提出 3 个假设条件,并在此基础上提出和运用了 C-D 生产函数。对这些假设条件,我们通过大量实证研究,做出如下说明和修正:

**假设 1** 技术进步是非体现型的。此时, C-D 生产函数的形式为:

$$Y = A_i f(K, L).$$

对一个宏观经济系统而言,每个企业仅为系统中的一个元素,企业硬、软技术的进步,对整个系统来说,都表现为技术进步的渐进性。因而,将技术进步与投入要素分离而集约化,是恰当可行的。

但对一个微观经济系统而言,除了渐进性所表现出来的集约性之外,还有投入要素本身变化所带来的技术进步。例如,投入资金由  $K$  增至  $\Delta K + K$ ,则不仅表明企业有能力、有效益,可以增加资金,而且资金数量增加的本身就意味着投入要素的质量或效率将得到提高,由此将会带来新的效益。因此,我们摒弃这一假设。

**假设 2** 生产投入归结为资金和劳动两种投入。

资金和劳动这两种投入都是从众多的投入要素中抽象出来的,它能够比较全面地反映客观社会实际生产过程。从理论上讲,资金、劳动力综合反映了生产力三要素(劳动资料、劳动对象、劳动者)的投入情况,因此,我们也采用了生产只有资金和劳动两种投入这个假设。

在测算企业技术进步的过程中,我们采用了:  $K_1$  为固定资产平均原值,表示劳动资料投入;  $K_2$  为定额流动资金平均余额,表示劳动对象投入;  $L$  为劳动者工资总额,表示劳动投入。

需要说明的是,用劳动者工资总额表示劳动投入,代替职工人数,我们认为比较科学和切实可行的。除了计算和数据采集上的方便之外,如果计算时采用职工人数指标,其一,会抹煞不同劳动者之间付出的劳动量之间的差别,而用工资总额代替,可以部分地消除此因素;其二,在计算中,计量单位可以全部统一,从而使  $\alpha, \beta$  等弹性系数,不会因为量纲的不同而影响计算结果。

**假设 3** 技术进步为希克斯中性。

这一假设是索洛根据美国历史资料进行实证研究的成果。但它不符合我国的实际情况,故我们不采用这一假设。

## 2 企业技术进步测度指标的设计

通过实证研究,我们设定测算上海某大型化工企业技术进步的主要指标为:

(1) 技术水平  $A_t$ 。我们采用指数形式来表示这一指标,即通过企业的年技术进步速度反映其技术水平的变化。在某时期内,以基年的技术水平为 1 时,其他年份技术水平与基年技术水平相比较,反映技术水平的提高。

通过  $A_t$  的测算,可以从时间序列上说明企业技术水平的相对发展状况。

(2) 年技术进步速度  $\alpha$ 。这是反映一定时期内技术进步快慢的综合指标。它是指企业在该时期内,总产出的年平均增长速度中,由技术进步所引起的部分(或称年技术进步率)。它体现了技术水平的相对变化情况。

(3) 技术进步对工业增加值增长的贡献  $E_t$ 。这是直接反映技术进步对生产增长影响的一项综合指标。企业在某段时期内,工业增加值年平均增长速度中,由技术进步引起的部分  $\alpha$  所占的份额,就是  $E_t$ 。

就具体贡献而言,它是指在某段时期内,技术进步所带来的总产出增长额在全部总产出增长额中所占的比例。用公式表示即: $E_t = a/Y \times 100\%$ 。

### 3 测算模型的推导

所用测算模型推导,设某工业企业第  $t$  年资源投入的总量为:

$$S_t = K_{1t} + m_t K_{2t} + g_t L_t.$$

其中: $K_{1t}$  为第  $t$  年投入的固定资产原值; $K_{2t}$  为第  $t$  年投入的流动资金; $L_t$  为第  $t$  年投入的劳动力; $m_t$  为固定资产与流动资金之间的转换系数; $g_t$  为固定资产与劳动力之间的转换系数。这里,不难推得肯德里克算术指数型技术进步率:

$$a_t = \frac{dA_t}{A_t} = \frac{Y_{t+1}/Y_t}{\frac{K_{1(t+1)} + m_{t+1}K_{2(t+1)} + g_{t+1}L_{t+1}}{K_{1t} + m_t K_{2t} + g_t L_t}} - 1 = \frac{Y_{t+1}/Y_t}{R_{t+1}/R_t} - 1. \quad (1)$$

设某年总投入为  $R = K_1 + mK_2 + gL$ , 其中:

$$m = \frac{\partial K_1}{\partial K_2} = \frac{\frac{\partial Y}{\partial K_2}}{\frac{\partial Y}{\partial K_1}} \cdot \frac{K_1}{K_2} = \frac{\alpha_2}{\alpha_1} \cdot \frac{K_1}{K_2}. \quad (2)$$

为简化计算,令  $K_1, K_2$  的替代率为 1, 即每一份资金用于固定资产或用于流动资金,产出的边际贡献是相同的。我们的统计数据表明,这种假设在实际中有所波动;当我国开展大规模建设,流动资金异常充裕时,  $m$  会略小于 1; 而当银根紧缩,流动资金贷款困难,此时  $m$  会略大于 1; 在正常、稳定的经济运行时期,  $m$  约为 1。设  $m = 1$ 。

$$\alpha_2 = (K_2/K_1) \cdot \alpha_1 = M\alpha_1, \quad (3)$$

$$\text{同理: } g = \partial K_1 / \partial L = (\beta/\alpha_1) \cdot (K_1/L), \quad (4)$$

$$\text{由式(1)可得: } \ln A_{t+1} = \frac{F_{t+1}}{F_t} \cdot \frac{\alpha_{t+1}}{\alpha_t} - 1 + \ln A_t. \quad (5)$$

其中: $F_t = \frac{Y}{K_1}$ , 为固定资产产值率。

由索洛几何指数模型可得:

$$A_t = \frac{Y_t}{K_{1t}^{\alpha_1} K_{2t}^{\alpha_2} L_t^{1-\alpha_1-\alpha_2}}. \quad (6)$$

若令: $B_1 = \frac{K_1}{L}$ ,  $B_2 = \frac{K_2}{L}$ ,  $F_1 = \frac{Y}{K_1}$ ,  $F_2 = \frac{Y}{K_2}$ ,  $P = \frac{Y}{L}$ ,  $M = \frac{K_2}{K_1}$ ,

$$\text{同理得: } \ln A_{t+1} = \ln \frac{P_{t+1}}{P_t} - \alpha_{1t+1} S_{t+1} + \alpha_{1t} S_t + \ln A_t. \quad (7)$$

可以证明,在生产函数形式相同的条件下,肯德里克算术指数和索洛几何指数等价。因而联立式(6),(7)即可获得求取弹性系数  $\alpha_1$  和技术水平  $A$  的递推公式:

$$\alpha_{1t+1} = \frac{1}{G_t} (\ln \frac{P_{t+1}}{P_t} + \alpha_{1t} S_{t+1}), \quad (8)$$

$$\ln A_{t+1} = \frac{F_{t+1}}{F_t} \cdot \frac{\alpha_{t+1}}{\alpha_t} - 1 + \ln A_t. \quad (9)$$

$$\text{其中: } G_t = \frac{F_{t+1}}{F_t \alpha_{1t}} + S_{t+1}, S_t = \ln B_{1t} + M_t \ln B_{2t}. \quad (10)$$

$$\text{再加上: } \alpha_{2t} = M_t \alpha_{1t}, \beta_t = 1 - \alpha_{1t} - \alpha_{2t}. \quad (11)$$

这就是我们确定的测度上海某大型化工企业技术进步的基本数学模型。

用上述模型测度企业技术进步状况时,首先要确定基期( $t=0$ )的  $\alpha_{10}$  和  $A_0$ , 然后,运用(8)~(11)式逐步递推,即可获得满意结果。对技术水平而言,这是一个相对值。所以,可以令  $A_0 = 1$ 。对  $\alpha_{10}$ , 可以采用公式  $\alpha_{10} = \frac{y}{2k_1}$  估计。其中: $y$  为总产出在整个计算期的平均增长速度; $k_1$  为固定资产在整个计算期的

平均增长速度。

对  $\alpha_{10}$  做这样的估计,其根据是由前苏联学者计算证明的,当假定  $Y_t = Y_0 e^{\alpha t}$ ,  $K_t = K_0 e^{\beta t}$ ,  $L_t = L_0 e^{\gamma t}$  时,由技术进步所取得的经济效益构成一个规划问题:

$$Y_A = \max \sum_{t=1}^T (Y_t - \frac{Y_t}{1 + \lambda}),$$

$$1 + \lambda = \frac{Y_{t+1}}{Y_t} / \frac{S_{t+1}}{S_t}.$$

其最优解即为上述估计值。

### 参 考 文 献

- 1 Solow R M. Technical Change and the Aggregate Production Function. New York: Review of Economy and Statistics, 1957
- 2 李京文,郑友敬. 技术进步与产业结构. 北京:经济科学出版社,1989. 4
- 3 师萍,张其凯. 企业技术进步及其测度. 西安:西北大学出版社,1995. 12

责任编辑 姚 远

## Improvement on the Measurement of Technical Progress of Enterprises

Shi Ping Zhang Qikai

(College of Economic and Management, Northwest University, 710069, Xi'an)

**Abstract** An improved productive function is used to measure technical progress of enterprises. The improvement is based on situations in China. Three targets have been put forward after they were tested. The improvement on the measurement is efficient because it demonstrates well.

**Key words** productive function; the model of improvement; technical progress