

中国物质资本与异质劳动 之间的替代:理论分析与经验估计

马红旗 徐植*

摘要: 物质资本和人力资本作为经济增长的两个关键性要素在经济增长文献中得到了广泛的讨论,然而两者之间的内在关联却很少被关注。本文在构建一个二级 CES 生产函数的基础上,利用非线性 OLS 技术估算了我国物质资本与不同类型劳动力之间的替代参数,结果显示:我国物质资本与人力资本表现出明显的互补性,但与西方发达国家不同的是,我国物质资本与“中档”人力资本依赖性最为突出,即与初中和高中教育水平劳动力的互补性要强于其与其他劳动力的互补性。因此,“低档”劳动力的失业和“高档”劳动力的就业问题便是我国经济转型中的重要民生问题。

关键词: 资本-技能互补;物质资本;人力资本

一、引言

在经济增长文献中,大量研究集中于物质资本和人力资本对经济增长的直接效应,而对这两种关键性生产要素相互依赖的关注则不够。Barro(1998)对此给予了较为详尽的论述。他指出,在一个经济体的初态中,若物质资本与人力资本之比处于一个较低水平(比如经历一场战争或一场严重的灾难之后的国家),则这个经济体会由于物质资本相对的快速积累而进入增长快车道,这个过程将持续到物质资本与人力资本之比达到一个均衡值。这意味着在长期内物质资本与人力资本的比值为一个相对稳定的常数(López-Bazo and Moreno, 2008),如果存在一个物质资本相对匮乏而人力资本相对丰裕的非均衡状态,则均衡状态的出现将是物质资本持续增长的过程;相反,若处于人力资本相对匮乏而物质资本相对丰裕的状态,则只有持续的人力资本积累才能达到均衡状态。

事实上,早在20世纪60年代Griliches(1969)就从美国经济发展中注意到了这种现象,并提出一个著名的假说——资本-技能互补性(Capital-skill Complementarity),指物质资本与技能型劳动的互补性要强于其与非技能型劳动的互补性。资本-技能互补性假说的重要价值在于,它从一个独特的视角介入了劳动要素的异质性,以及资本要素与不同类型劳动要素间替代弹性的异质性问题,突破了传统生产函数对要素间替代弹性的严格限制,更加贴近于当今的生产实践,尤其是以信息技术为支撑的设备资本投资迅猛上升背景下的技能型劳

*马红旗,北京大学经济学院,邮政编码:100871,电子信箱:mahongqi@126.com;徐植,北京大学经济学院,中国长城资产管理公司,邮政编码:100045,电子信箱:cufexz@163.com。

本文受到中国博士后科学基金项目“资本-技能互补、教育激励与城乡收入差距”(项目编号:2015M570870)的资助。感谢匿名评审人提出的宝贵意见,当然文责自负。

动需求旺盛而非技能型劳动需求萎缩的生产实践,同时为研究和解决一系列经济问题提供了全新的理论视角和技术支持。

但是,由于数据的不可得和方法论的限制,围绕资本-技能互补性假说的研究一度陷于停滞状态,直到 20 世纪 90 年代后期,当数量经济学和统计学得到快速发展时,才引起了学界的重新关注。鉴于此,我们将在归纳与梳理检验物质资本与人力资本替代关系文献的基础上,通过拓展现有方法并利用省际面板数据估算我国物质资本与不同类型劳动之间的替代参数,以此判断我国物质资本与人力资本之间的内在关系。

论文的主要贡献:(1)研究了我国经济转型过程中物质资本与异质性劳动之间的互补关系,发现我国整体上的资本布局模式是属于资本-技能互补的,但主要表现为物质资本对“中档”劳动技能的依赖,尚未达到像西方发达国家那样对“中高档”劳动技能的依赖,这一结论将构成我国产业及就业政策的重要出发点;(2)方法论方面:一方面通过对二级 CES 生产函数模型进行动态调整来排除个体效应的影响,把非线性 OLS 对替代参数的估计应用到了面板数据。另一方面用指数赋权法对劳动技能进行统计归类,避免了对不同层次教育水平劳动力进行简单加总归类的弊端,为劳动技能的统计工作提供了新思路。余下部分结构安排:第二部分为相关研究回顾;第三部分为模型分析;第四部分为实证分析;第五部分为结论及政策启示。

二、相关研究回顾

研究物质资本与人力资本的内在关系,一般从物质资本与技能型劳动和非技能型劳动的不同替代弹性入手,常用的生产函数,如 C-D 生产函数,在检验资本-技能互补性时便暴露出了其固有的缺陷。超越对数函数法以及各种生产技术的组合法可以实现不同要素间替代弹性的异质性,成为目前检验资本-技能互补性的主流研究方法,但不同的研究方法又各有优劣。

(一)超越对数函数法

Brown 和 Christensen(1981)在测算美国 1947-1974 年农业部门各生产要素的替代弹性时,使用了超越对数半固定成本函数。假定资本 K 为半固定要素,而技能型劳动 S 和非技能型劳动 N 为可变要素,其函数形式为:

$$\begin{aligned} \ln C = & \alpha_0 + \alpha_1 \ln w_1 + \alpha_2 \ln w_2 + \alpha_k \ln K + \alpha_y \ln Y + \frac{1}{2} (\gamma_{11} \ln w_1^2 + \gamma_{12} \ln w_1 \ln w_2 + \gamma_{21} \ln w_2 \ln w_1 + \\ & \gamma_{22} \ln w_2^2) + \frac{1}{2} \gamma_{kk} (\ln K)^2 + \frac{1}{2} \gamma_{yy} (\ln Y)^2 + \gamma_{1k} \ln w_1 \ln K + \gamma_{2k} \ln w_2 \ln K + \gamma_{1y} \ln w_1 \ln Y + \\ & \gamma_{2y} \ln w_2 \ln Y + \gamma_{ky} \ln K \ln Y \end{aligned}$$

C 为总成本, w_1 和 w_2 为技能型和非技能型劳动报酬, Y 为产出水平。根据要素成本最小化和谢波德定理可以得出技能型劳动报酬份额 v : $v = \alpha_1 + \gamma_{11} \ln(w_1/w_2) + \gamma_{1k} \ln(K/Y)$ 。当资本与技能型劳动互补时,资本的深化 (K/Y) 将增加技能型劳动的报酬份额 (Duffy et al., 2004)。因此,若 $\gamma_{1k} > 0$, 则表明存在资本-技能互补性。

与 Brown 和 Christensen(1981)有所不同, Bergstrom 和 Panas(1992)把资本 K 也作为可变要素,利用超越对数成本函数检验了瑞士 1963-1980 年间的制造业的资本-技能互补性。考虑了非希克斯中性技术进步的超越对数成本函数为:

$$\ln C = \alpha_0 + \alpha_y \ln Y + \frac{1}{2} \gamma_{yy} (\ln Y)^2 + \sum_{i=1}^3 \alpha_i \ln p_i + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 \gamma_{ij} \ln p_i \ln p_j +$$

$$\sum_{j=1}^3 \gamma_{ij} \ln Y \ln p_i + \alpha_i t + \frac{1}{2} \gamma_{it} t^2 + \gamma_{yt} t \ln Y \quad (1)$$

(1)式中: $i, j=1, 2, 3$, 分别表示资本 K 、技能型劳动 S 和非技能型劳动 N ; p_1 、 p_2 和 p_3 分别表示资本、技能型劳动和非技能型劳动报酬; t 用来刻画技术进步。类似 Brown 和 Christensen (1981) 的做法, 三种要素的报酬份额为: $S_i = \alpha_i + \sum_j \gamma_{ij} \ln p_i + \gamma_{iy} \ln Y + \gamma_{it} t$ 。由(1)式中的 γ_{ij} 和 S_i 可得到 $\sigma_{KS} = 1 + \gamma_{KS}/s_K s_S$, $\sigma_{KN} = 1 + \gamma_{KN}/s_K s_N$ 。若 $\gamma_{KS}/s_S < \gamma_{KN}/s_N$, 则表明存在资本-技能互补性。

Ruiz-Arranz (2003) 使用超越对数价格函数检验了美国 1965-1999 年的资本-技能互补性:

$$\ln P = \alpha_0 + \alpha_p \ln p + \frac{1}{2} B_{pp} (\ln p)^2 + \beta_{ip} t \ln p + \frac{1}{2} \beta_{it} t^2 \quad (2)$$

(2)式中: P 为产出价格, p 为要素价格, 对超越对数价格函数求导可得要素报酬份额 v : $v = \partial \ln P / \partial \ln p = \alpha_p + B_{pp} \ln p + \beta_{ip} t$ 。由 v 可推出:

$$B_{pp} = \frac{\partial v}{\partial \ln p} = \begin{bmatrix} b_{SS} & b_{SN} & b_{SK} \\ b_{NS} & b_{NN} & b_{NK} \\ b_{KS} & b_{KN} & b_{KK} \end{bmatrix}$$

进一步可得资本与技能型劳动和非技能型劳动的替代弹性分别为: $\sigma_{KS} = (b_{KS} + v_K v_S) / v_K v_S$; $\sigma_{KN} = (b_{KN} + v_K v_N) / v_K v_N$ 。比较 σ_{KS} 和 σ_{KN} 的大小可以证明资本-技能互补的存在性。

作为一个具有一般性的变弹性模型, 超越对数函数能够满足要素间替代弹性的异质性, 可直接用来检验资本-技能互补性。遗憾的是, 超越对数函数囿于要素价格数据不足且在实际操作中需要估计大量参数, 而无法拓展应用空间。越来越多的学者发现, 多种生产技术的组合使用不仅可以实现要素间替代弹性的异质性, 而且还能克服要素价格数据不足和参数估计量过大的限制。因此, 多种生产技术的组合法便很快成为检验资本-技能互补性研究范畴的追捧对象。

(二) 多种生产技术的组合法

Stokey (1996) 把资本和非技能型劳动以 CES 生产技术进行组合, 组合要素又同技能型劳动和非技能型劳动的“智力效应 (mental effect)”以 C-D 生产技术的形式表现总产出水平: $Y = A [bK^\theta + (1-b)N^\theta]^\frac{\alpha}{\theta} M^{1-\alpha}$, $0 < \theta, b, \alpha < 1$ 。 $M = S + eN$, 为由技能型劳动和非技能型劳动生成的“智力效应”, $0 < e < 1$, 表明非技能型劳动对“智力效应”的贡献程度。由 CES 和 C-D 组合的生产技术知, 资本与“智力效应”的替代弹性 $\sigma_{KM} = 1$, 与非技能型劳动的替代弹性 $\sigma_{KN} = 1/(1-\theta)$, $\sigma_{KM} < \sigma_{KN}$, 说明该组合生产技术存在资本-技能互补性。

Goldin 和 Katz (1998) 把资本和技能型劳动以固定投入比例生产技术进行组合, 又把组合要素同非技能型劳动以 C-D 生产技术进行组合: $Y = A \{ \min [bK, (1-b)S] \}^\tau N^{1-\tau}$, $0 < \tau, b < 1$ 。由该组合生产技术知, $\sigma_{KS} = 0 < \sigma_{KN} = 1$, 存在资本-技能互补性。

Stokey (1996)、Goldin 和 Katz (1998) 通过对不同生产技术进行组合, 实现了不同要素间替代弹性的异质性问题, 为检验资本-技能互补性提供了新思路和新方法。但是他们的技术组合对要素替代弹性的限制却显得相当苛刻, 如 Stokey (1996) 设定资本与“智力效应”的替代弹性为 1, Goldin 和 Katz (1998) 设定资本与技能型劳动的替代弹性为 0。如此限制显然有助于实现要素间替代弹性异质性, 但在复杂经济现象中的适用性却大打折扣。

Fallon 和 Layard (1975) 利用 Sato (1967) 的二级 CES 生产技术有效地避开了 Stokey

(1996)、Goldin 和 Katz(1998)对要素替代弹性的严格限制,同时保留了要素间替代弹性的异质性: $Y=A \{a [bK^\theta + (1-b)S^\theta]^\frac{\rho}{\theta} + (1-a)N^\rho\}^\frac{1}{\rho}$, $\rho, \theta \leq 1$ 。可知 $\sigma_{KS} = 1/(1-\theta)$, $\sigma_{KN} = 1/(1-\rho)$, 若 $\rho > \theta$, 则可证明二级 CES 生产技术存在资本-技能互补性。

二级 CES 生产函数是两个一级 CES 生产函数的组合,相较一级 CES 和“固定投入比例生产技术与 C-D 生产函数的组合”,该生产技术取消了对要素替代弹性的严格限制,具有更强的灵活性和现实意义。因此,二级 CES 生产技术正逐渐成为检验资本-技能互补性假设普遍接受的研究方法。这种方法大量涌现在资本-技能互补性理论的研究文献中,主要有 Tyers 和 Yang(2001)、Krusel(2000)、Lindquist(2002)、Winchester(2004)、Duffy 等(2004)、Ben-Gad(2008)、Lewis(2010)等。

综上所述,二级 CES 生产函数法具有一定的比较优势,但这一方法的应用还有待改进。比如:(1)以二级 CES 生产函数为基础的替代参数估计仅限于时间序列数据,在包含大量信息的面板数据中的应用较少见;(2)在劳动技能划分界限确定后,把不同教育阶段的劳动力简单加总显得过于笼统,比如以高中教育水平为界限,则把接受高中及以上阶段的总劳动力数量作为技能型劳动显然不妥,因为具有高中、大专、本科及以上水平劳动者之间的劳动技能不可能处于一个等量级。有鉴于此,本文将拓展这一研究方法并用于检验我国物质资本与异质性劳动之间的替代关系。

三、模型分析

考虑一个包含 x_1 、 x_2 和 x_3 三要素的二级 CES 生产函数模型为:

$$Y_{x_1x_2} = [bx_1^\theta + (1-b)x_2^\theta]^\frac{1}{\theta} \quad (3)$$

$$Y = A [aY_{x_1x_2}^\rho + (1-a)x_3^\rho]^\frac{1}{\rho} \quad (A > 0, 0 < a, b < 1, \theta, \rho < 1)$$

(3)式中: $Y_{x_1x_2}$ 为由要素 x_1 和 x_2 组成的第一级 CES 生产函数, $Y_{x_1x_2}$ 又和要素 x_3 组成第二级 CES 生产函数 Y 。 A 为效率参数, a 和 b 为份额参数。 ρ 和 θ 为替代参数,取值小于 1,模型具有拟凹性特征。我们把该模型记为 $[(x_1, x_2)x_3]$, 并把 x_1 和 x_2 或 $Y_{x_1x_2}$ 和 x_3 称为组内要素,把 x_1 和 x_3 ($Y_{x_1x_2}$)或 x_2 和 x_3 ($Y_{x_1x_2}$)称为组间要素。由于 x_1 与 x_2 以及 $Y_{x_1x_2}$ 与 x_3 在模型当中具有对称性,因此资本 K 、技能型劳动 S 和非技能型劳动 N 对模型 $[(x_1, x_2)x_3]$ 中的要素置换顺序有三种: $[(S, N)K]$ 、 $[(K, N)S]$ 和 $[(K, S)N]$, 即三种要素轮流置换 x_3 。

有关二级 CES 生产函数模型中要素间的替代弹性主要有两种定义,一种是 Allen 偏替代弹性(Allen Partial Elasticity Substitution),另一种是希克斯直接偏替代弹性(Hicks Direct Partial Elasticity Substitution)。设第一级 CES 生产函数模型中 x_1 和 x_2 的替代弹性为 σ , 第二级 CES 生产函数模型中 $Y_{x_1x_2}$ 和 x_3 的替代弹性为 σ' , 经独立计算得:

$$\sigma = \frac{\partial \ln \left(\frac{x_1}{x_2} \right)}{\partial \ln \left(\frac{p_1}{p_2} \right)} = \frac{1}{1-\theta}, \quad \sigma' = \frac{\partial \ln \left(\frac{Y_{x_1x_2}}{x_3} \right)}{\partial \ln \left(\frac{p_{x_1x_2}}{p_3} \right)} = \frac{1}{1-\rho}$$

p_1 、 p_2 、 $p_{x_1x_2}$ 和 p_3 分别表示 x_1 、 x_2 、 $Y_{x_1x_2}$ 和 x_3 的价格水平。Sato(1967)推导出二级 CES 生产函数模型中要素间的 Allen 偏替代弹性和希克斯直接偏替代弹性。其中,Allen 偏替代弹性($\sigma_{x_i x_j}^A$)公式为:

$$\sigma_{x_i x_j}^A = \begin{cases} \sigma' & x_i \text{ 和 } x_j \text{ 属于组间要素} \\ \sigma' + \frac{1}{v_{ij}}(\sigma - \sigma') & x_i \text{ 和 } x_j \text{ 属于组内要素} \end{cases} \quad (i=1,2,3, i \neq j)$$

$1/v_{ij}$ 表示要素 x_i 和 x_j 的支出份额,即要素 x_i 和 x_j 的支出之和占总支出的比例。

希克斯直接偏替代弹性($\sigma_{x_i x_j}^H$)公式为:

$$\sigma_{x_i x_j}^H = \begin{cases} \frac{\frac{1}{v_i} + \frac{1}{v_j}}{\frac{1}{\sigma}(\frac{1}{v_j} - \frac{1}{v_{ij}}) + \frac{1}{\sigma'}(\frac{1}{v_i} - \frac{1}{v_{ij}})} & x_i \text{ 和 } x_j \text{ 属于组间要素} \\ \sigma & x_i \text{ 和 } x_j \text{ 属于组内要素} \end{cases} \quad (i=1,2,3, i \neq j)$$

$1/v_i$ 和 $1/v_j$ 分别表示 x_i 和 x_j 的支出份额。若 $\sigma_{KN}^{A(H)} > \sigma_{KS}^{A(H)}$, 即 K 与 N 的替代弹性大于 K 与 S 的替代弹性,则表明存在资本-技能互补性。下面将根据该判断标准分别考虑 $[(S, N)K]$ 、 $[(K, N)S]$ 和 $[(K, S)N]$ 三个模型在检验资本-技能互补性中的适用性和所应具备的条件。

(1) 当 K 、 S 和 N 三种生产要素的组合形式为 $[(S, N)K]$ 时:

$$\sigma_{KS}^A = \sigma_{KN}^A = \sigma' = \frac{1}{1-\rho}, \sigma_{KS}^H = \sigma_{KN}^H = \frac{\frac{1}{v_i} + \frac{1}{v_j}}{\frac{1}{\sigma}(\frac{1}{v_j} - \frac{1}{v_{ij}}) + \frac{1}{\sigma'}(\frac{1}{v_i} - \frac{1}{v_{ij}})}$$

$\sigma_{KN}^{A(H)} > \sigma_{KS}^{A(H)}$ 不成立,故该模型不支持资本-技能互补性。

(2) 当三种生产要素的组合形式为 $[(K, N)S]$ 时:

$$\sigma_{KS}^A = \sigma_{NS}^A = \sigma' = \frac{1}{1-\rho}, \sigma_{KN}^A = \frac{1}{1-\rho} + \frac{1}{v_{KN}}(\frac{1}{1-\theta} - \frac{1}{1-\rho})$$

$$\sigma_{KS}^H = \sigma_{NS}^H = \frac{\frac{1}{v_i} + \frac{1}{v_j}}{\frac{1}{\sigma}(\frac{1}{v_j} - \frac{1}{v_{ij}}) + \frac{1}{\sigma'}(\frac{1}{v_i} - \frac{1}{v_{ij}})}, \sigma_{KN}^H = \sigma = \frac{1}{1-\theta}$$

该模型虽然可以通过实现 $\sigma_{KN}^{A(H)} > \sigma_{KS}^{A(H)}$ 来支持资本-技能互补性,但由 $\sigma_{KS}^{A(H)} = \sigma_{NS}^{A(H)}$ 知,物质资本与技能型劳动的替代弹性等于非技能型劳动与技能型劳动的替代弹性,显然有悖于资本-技能互补性假设。因为资本-技能互补性加速了劳动技能的分化使得技能型劳动对非技能型劳动存在很大的替代性(Griliches, 1969),因此只有 $\sigma_{KS}^{A(H)} < \sigma_{NS}^{A(H)}$ 才支持资本-技能互补性,该模型同样不适合用来检验资本-技能互补性。Fallon 和 Layard (1975)、Krusel 等(2000)以及 Duffy 等(2004)的实证结果均表明该模型在检验资本-技能互补性时不具有适用性。

(3) 当三种要素组合形式为 $[(K, S)N]$ 时:

$$\sigma_{KS}^A = \frac{1}{1-\rho} + \frac{1}{v_{KS}}(\frac{1}{1-\theta} - \frac{1}{1-\rho}), \sigma_{KN}^A = \sigma_{SN}^A = \sigma' = \frac{1}{1-\rho}$$

$$\sigma_{KS}^H = \frac{1}{1-\theta}, \sigma_{KN}^H = \sigma_{SN}^H = \frac{\frac{1}{v_i} + \frac{1}{v_j}}{\frac{1}{\sigma}(\frac{1}{v_j} - \frac{1}{v_{ij}}) + \frac{1}{\sigma'}(\frac{1}{v_i} - \frac{1}{v_{ij}})}$$

由 $\sigma_{KN}^A > \sigma_{KS}^A$, 得 $\frac{1}{1-\rho} > \frac{1}{1-\rho} + \frac{1}{v_{KS}}(\frac{1}{1-\theta} - \frac{1}{1-\rho}) \Rightarrow \frac{1}{v_{KS}}(\frac{1}{1-\theta} - \frac{1}{1-\rho}) < 0$, 又 $\because 0 < v_{KS} < 1, \therefore \frac{1}{1-\theta} - \frac{1}{1-\rho} <$

0,即 $\rho > \theta$ 时支持资本-技能互补性;由 $\sigma_{KN}^H > \sigma_{KS}^H \Rightarrow \frac{\frac{1}{v_i} + \frac{1}{v_j}}{(1-\theta)(\frac{1}{v_j} - \frac{1}{v_{ij}}) + (1-\rho)(\frac{1}{v_i} - \frac{1}{v_{ij}})} > \frac{1}{1-\theta} \Rightarrow (1-\theta)(\frac{1}{v_j} + \frac{1}{v_{ij}}) > (1-\rho)(\frac{1}{v_i} + \frac{1}{v_{ij}}) \Rightarrow \rho > \theta$ 。故当 $\rho > \theta$ 时,[(K,S)N]模型支持资本-技能互补性。

综上所述,[(K,S)N]模型最适合检验资本-技能互补性,检验条件是替代参数 $\rho > \theta$ 。

四、实证分析

由于无法排除个体效应对估计结果的影响,目前运用非线性 OLS 检验资本-技能互补性主要应用于时间序列和截面数据,应用于面板数据的文献较鲜见。鉴于面板数据容纳信息的全面性且能够施加动态调整过程优势,本文尝试把检验资本-技能互补性的非线性 OLS 应用于我国省际面板数据,并通过对模型进行动态调整来排除个体效应的影响。

(一) 模型构建

由第三部分的理论模型知,[(K,S)N]模型最适合检验资本-技能互补性,把(3)式整合为一个非线性方程,同时遵循 Duffy 等(2004)的做法在模型中加入时间指数项,用来测定希克斯中性技术进步,模型最终形式为:

$$Y_{it} = A_{i0} e^{\lambda t + \varepsilon_{it}} \{a [bK_{it}^\theta + (1-b)S_{it}^\theta]^{\frac{\rho}{\theta}} + (1-a)N_{it}^\rho\}^{\frac{1}{\rho}} \quad (4)$$

本文采用我国 2001-2010 年省际面板数据分析。下标 i 和 t 分别表示地区和时间, A_{i0} 表示初始技术水平, λ 表示技术进步速度, ε_{it} 表示误差项, Y_{it} 、 K_{it} 、 S_{it} 和 N_{it} 分别表示总产出、资本存量、技能型劳动和非技能型劳动。

我们将采用非线性最小二乘法对(4)式直接进行估计。由于面板数据的截面为 29 省区,省际差异所产生的个体效应会影响到模型估计结果。为了消除个体效应,有必要对模型进行动态调整。对(4)式取对数差分得:

$$\ln\left(\frac{Y_{it}}{Y_{it-1}}\right) = \lambda + \frac{1}{\rho} \ln \frac{a [bK_{it}^\theta + (1-b)S_{it}^\theta]^{\frac{\rho}{\theta}} + (1-a)N_{it}^\rho}{a [bK_{it-1}^\theta + (1-b)S_{it-1}^\theta]^{\frac{\rho}{\theta}} + (1-a)N_{it-1}^\rho} \quad (5)$$

至此,我们将分别对模型(4)和模型(5)进行非线性最小二乘估计,通过对比两个模型的回归结果来判断个体效应的影响。

(二) 数据来源及处理

本文所采用数据主要来源于《中国统计年鉴》和《中国劳动统计年鉴》。时间维度为 2001-2010 年,截面维度涵盖我国 29 个省、自治区和直辖市(简称省区),不包括西藏、重庆以及港澳台地区。资本存量数据是根据张军(2004)的估算方法计算而得,总产出和资本存量均以 1996 年为基期进行平减,平减指数分别为 GDP 平减指数和固定资产投资价格平减指数。

严格来讲,个体能力、知识积累、工作经验、教育水平和健康状况等因素的综合是对劳动技能评价的重要依据。但限于宏观数据的可得性,大量文献主要以劳动者的教育水平作为划分技能型劳动和非技能型劳动的主要标准。至今,究竟以何种教育阶段作为划分界限还未达成共识,如 Ruiz-Arranz (2003)选择大专阶段程度作为美国劳动技能的划分界限,Fallon 和 Lagard (1975)选择初中阶段作为 9 个发达国家和 13 个发展中国家共同的劳动技能划分界限,Chung 和 Hornstein (2007)采用中学阶段作为韩国的技能划分界限。我们认为,国情不

同划分界限必然不同,对劳动技能的划分不能随便借鉴国外文献的划分界限。我们将分别选择小学、初中、高中和大专四种教育阶段作为劳动技能的划分界限,依次纳入实证研究,来观测物质资本与异质性劳动之间的替代或互补关系。

随着而来的问题是,在测算技能型和非技能型劳动时,以某一教育水平为划分界限且把该水平之上或之下的劳动数据简单加总则显得过于笼统。以高中界限为例,高中及以上教育水平包括高中、大专、本科和研究生四种教育水平的劳动者,各阶段的劳动力对“单位技能型劳动”的贡献程度迥然不同,若将之简单加总则必脱离实际。为了解决该问题,本文采用了 Caselli 和 Coleman(2002)的指数加权处理办法,以各个教育阶段的教育回报率为权重对相应劳动力数据进行指数加总,我们将之称为赋权劳动力数据,而把简单加总的数据称为原始劳动力数据。设 S_i^j 和 $N_i^j(i=1, \dots, 29; j=1, 2, 3, 4)$ 分别表示以某教育阶段为划分界限的技能型和非技能型劳动的赋权劳动力数据。以初中界限为例,则:

$$S_i^2 = p_i^{jh} + e^{r_{sh}l_{sh}} p_i^{sh} + e^{r_{co}l_{co}} p_i^{co}; N_i^2 = p_i^{il} + e^{r_{pr}l_{pr}} p_i^{pr}$$

$p_i^m(m=il, pr, jh, sh, co)$ 表示 i 省区具有 m 教育水平的劳动力数量,下标 il, pr, jh, sh 和 co 分别表示文盲、小学、初中、高中和大专及以上教育水平; $r_m(m=pr, jh, sh, co)$ 表示教育回报率,小学、初中、高中和大专及以上教育回报率分别设定为 0.0212、0.0124、0.0255 和 0.0642(张车伟,2006); $l_m(m=pr, jh, sh, co)$ 为相应教育水平的教育年限,我们设定为 5、8、11 和 15 年。本文所涉及数据的描述性统计见表 1(同时附上原始劳动力数据作为比较):

表 1 主要数据的描述性统计(单位:万人)

		以小学为界限		以初中为界限		以高中为界限		以大专为界限	
		S	N	S	N	S	N	S	N
总劳动力	最小值	174.0	5.1	97.9	51.7	31.2	207.3	8.9	231.1
	最大值	6 188.5	828.3	4 395.0	3 504.0	1 480.7	5 931.0	479.2	6 489.5
	均值	2 163.4	159.4	1 490.2	832.7	449.2	1 873.7	153.0	2 169.9
	标准差	1 520.6	152.7	1 064.9	668.5	286.7	1 383.4	94.9	1 555.8
赋权总劳动力	最小值	211.0	126.6	84.1	16.0	4.7	46.3	219.5	198.4
	最大值	7 494.1	7 023.5	2 400.6	854.1	819.5	3 543.7	6 853.9	7 005.9
	均值	1 907.3	2 015.0	891.6	412.0	173.4	1 003.1	2 061.4	2 802.4
	标准差	1 604.9	1 008.4	394.6	170.8	139.8	852.0	1 447.8	1 874.3
男劳动力	最小值	105.9	1.4	60.8	26.9	18.0	109.9	5.4	122.5
	最大值	3 373.0	537.5	2 494.1	1 699.9	913.2	3 066.2	277.7	3 403.9
	均值	1 206.3	54.0	879.2	381.0	270.2	990.0	90.6	1 169.6
	标准差	818.4	59.0	608.3	310.0	177.2	706.0	55.8	810.6
赋权男劳动力	最小值	123.7	1.2	91.0	27.1	28.3	121.0	8.9	114.6
	最大值	3 928.9	243.2	3 201.0	1 801.3	1 383.9	3 603.1	601.3	4 596.3
	均值	1 702.1	170.9	1 400.4	521.8	582.1	1 801.1	193.1	1 903.1
	标准差	899.1	78.3	710.3	290.8	301.7	870.6	342.0	899.4
女劳动力	最小值	68.0	2.7	37.1	17.7	12.9	88.8	3.4	107.7
	最大值	2 815.5	571.2	1 959.7	1 874.4	567.4	2 874.2	201.4	3 085.4
	均值	954.2	108.4	608.1	454.5	176.1	886.6	62.9	999.8
	标准差	701.0	106.1	456.6	369.4	111.1	685.2	40.0	748.6
赋权女劳动力	最小值	53.0	1.9	29.4	15.2	11.1	79.9	2.8	100.3
	最大值	2 611.0	600.1	1 754.0	1 672.1	601.5	2 094.3	308.9	4 001.7
	均值	809.0	102.1	592.8	461.0	180.3	890.1	73.8	1 039.1
	标准差	690.1	83.9	3 826.8	381.0	138.0	572.1	61.9	639.5

注:总产出(亿元)和资本存量(亿元)的最小值、最大值、平均值和标准差分别为:286.8、26 576.6、59 212.2、5 107.0 和 198.6、18 326.6、3 596.6、3 456.7,S 和 N 分别表示技能型和非技能型劳动。

(三) 实证结果

通过非线性 OLS 估计技术进行总体估计,同时又把总劳动力样本分为男劳动力样本和女劳动力样本进行估计,依次观察我国物质资本对劳动技能依赖性的性别差异。估计技术包括水平方程估计((4)式)和对数差分方程估计((5)式),从两种模型估计结果的差异性可以判断“个体效应”对整体回归过程的影响。分别以小学、初中、高中和大专为劳动技能划分界限用于各个模型的估计,结果见表 2 中的估计(1)、估计(2)、估计(3)和估计(4)。由于第三部分的理论模型已经证明检验资本-技能互补性的重要条件是替代参数 $\rho > \theta$,加上文章篇幅原因,表 2 的回归结果仅列出了替代参数 ρ 和 θ 的估计值,其他参数估计结果不再报告。

表 2 替代参数估计结果

数据处理	估计技术	参数	小学 估计(1)	初中 估计(2)	高中 估计(3)	大专 估计(4)
总劳动力	水平方程	ρ	9.040 (70.451)	0.196 (0.701)	-2.316 (1.912)	-1.035 (0.860)
		θ	-1.301*** (0.230)	-0.427 (0.401)	0.147 (0.306)	0.382 (0.503)
	对数差分方程	ρ	0.120 (0.179)	0.397*** (0.068)	0.279*** (0.101)	0.357 (0.389)
		θ	0.156 (0.178)	-0.205*** (0.081)	-0.368*** (0.017)	0.337 (0.321)
男性劳动力	水平方程	ρ	7.85 (21.115)	3.076 (4.591)	0.704 (1.371)	-3.805 (6.720)
		θ	-2.103*** (0.197)	-1.372 (2.102)	0.362 (0.405)	0.476 (0.401)
	对数差分方程	ρ	1.178*** (0.471)	0.348*** (0.141)	0.308*** (0.082)	0.201 (0.271)
		θ	0.205 (0.196)	0.105 (0.099)	-0.265*** (0.086)	0.310 (0.289)
女性劳动力	水平方程	ρ	3.91 (16.001)	2.752 (4.627)	-10.122 (13.564)	-5.231 (31.645)
		θ	-1.345*** (0.082)	-0.875*** (0.381)	0.302 (0.459)	0.272 (0.358)
	对数差分方程	ρ	1.904*** (0.184)	0.507*** (0.135)	0.273*** (0.068)	0.445 (0.402)
		θ	0.247*** (0.072)	0.110 (0.126)	-0.402*** (0.068)	0.209 (0.368)

注:***、**和*分别表示 1%、5%和 10%的显著水平。

从表 2 总劳动力样本回归结果来看:(1)在水平方程估计中,替代参数 ρ 在估计(1)到估计(4)中均不显著,且在估计(1)中系数大于 1,违背了模型的拟凹性假定。替代参数 θ 的估计系数只在以小学为技能划分界限时显著,可见利用水平方程对面板数据进行估计并不是一种很好的方法,说明个体效应对模型估计影响太大。(2)在对数差分方程估计中,估计结果出现了明显好转。虽然替代参数 ρ 和 θ 在估计(1)和估计(4)均不显著,但在估计(2)和估计(3)中均在 1%水平下显著,且取值均小于 1,满足模型拟凹性假定。在替代参数 ρ 和 θ 回归结果显著且满足模型拟凹性假定之后,接下来就可以通过比较两个参数的大小来判断资本-技能互补性的存在性, $\rho > \theta$ 在估计(2)和估计(3)中均成立。由此可知:第一,我国物质资本与初中及以上教育水平劳动力的互补性大于其与初中以下教育水平劳动力的互补性;第二,物质资本与高中及以上教育水平劳动力的互补性大于其与高中以下教育水平劳动力

的互补性;第三,物质资本与大专及以上学历劳动力的互补性并没有其与大专及以下劳动力的互补性强。这说明我国整体上存在资本-技能互补性,但这部分的技能型劳动主要集中于具有初中和高中教育水平的劳动力,这与美国物质资本对大专及以上学历劳动力的互补性强于其与其他劳动力的互补性的格局具有一定的差别。当把总体劳动力样本分为男性劳动力样本和女性劳动力样本进行同样的实证分析时,发现我国的资本-技能互补性不存在性别差异。

五、简短结论

本文在构建一个二级 CES 生产函数的基础上利用非线性 OLS 技术估算了我国物质资本与不同类型劳动力之间的替代参数,分析了我国物质资本与人力资本之间的内在关联,为分析这两种生产要素间接作用于经济增长提供了理论及实证支持。结果显示:在我国经济转型中,物质资本与人力资本表现出明显的互补性,但这一互补性是有一定的条件的,物质资本与具有初中和高中教育水平劳动力的互补性要强于其与其他劳动力的互补性,说明我国经济发展中对小学及以下劳动力的需求较低,而且对大专及以上学历劳动力的互补性并没有对大专以下劳动力的互补性强(这是与美国资本-技能互补性的不同之处),这正是我国大学生就业难的重要因素。主要归结于两个原因:一是我国正处于经济转型之中,我国产业结构由农业部门向工业部门的转换降低了对低素质劳动力的需求,但由传统部门向现代部门的转换还远没有达到发达国家的程度,致使我国物质资本对“中档”劳动技能的依赖较强;二是我国大专及以上学历文化水平的劳动力并不是过度饱和,反而是供给相对不足(大学生规模较高但比例仍处于低水平)进而抑制了我国物质资本投放领域的转化,反过来影响大学生的就业。论文的结论给出两个方面的政策启示:(1)关注小学及以下教育水平劳动力的再就业能力,这类群体的人力资本最有可能在经济转型中加速折旧,需要对此进行适时的就业指导和转岗培训;同时鼓励大学生创业,大学生创业是在经济转型相对滞后背景下实现就业的重要途径,又是引领物质资本投放领域转化的推进器。(2)产业规划要在经济转型和劳动力就业之间寻求一种平衡,一方面不能盲目地上马资本和技术密集型项目,从而形成对低素质劳动力(小学及以下教育水平劳动力)的加速替代;另一方面要积极推进经济转型,给高素质劳动力(大专及以上学历教育水平的劳动力)创造更多的实践平台而不至于使其人力资本被“闲置”。

参考文献:

1. 张车伟, 2006:《人力资本回报率变化与收入差距:“马太效应”及其政策含义》,《经济研究》第 12 期。
2. 张军、吴桂英、张吉鹏, 2004:《中国省际物质资本存量估算:1952 -2000》,《经济研究》第 10 期。
3. Barro, R. 1998. “Human Capital and Growth in Cross-country Regressions.” Mimeo, Harvard University.
4. Ben-Gad, Michael. 2008. “Capital-Skill Complementarity and the Immigration Surplus.” *Review of Economic Dynamics* 11(2): 335-365.
5. Bergstrom, V., and E. Panas. 1992. “How Robust is the Capital-Skill Complementarity Hypothesis?” *Review of Economics and Statistics* 74(8): 540-546.
6. Brown, R., and L. Christensen. 1981. “Estimating Elasticities of Substitution in a Model of Partial Static Equilibrium: An Application to U.S. Agriculture, 1947 to 1974.” In *Modeling and Measuring Natural Resource Substitution*. Edited by E. Berndt and B. Field, 209-229. Cambridge, MA: MIT Press.
7. Caselli, Francesco, and Wilbur John Coleman. 2002. “The World Technology Frontier.” Harvard University Working Paper 203.
8. Duffy, J., C. Papageorgiou, and F. Perez-Sebastian. 2004. “Capital-Skill Complementarity? Evidence from a Panel of Countries.” *Review of Economics and Statistics* 86(2): 327-344.

9. Fallon, P. R., and P. R. G. Layard. 1975. "Capital – Skill Complementarity, Income Distribution and Output Accounting." *Journal of Political Economy* 83(4): 279–301.
10. Goldin, C., and L. Katz. 1998. "The Origins of Technology – Skill Complementarity." *Quarterly Journal of Economics* 113(8): 693–732.
11. Griliches, Zvi. 1969. "Capital–Skill Complementarity." *Review of Economics and Statistics* 51(4): 465–468.
12. Krusell, P., L. Ohanian, J.–V. Rios–Rull, and G. Violante. 2000. "Capital–Skill Complementarity and Inequality: A Macroeconomic Analysis." *Econometrica* 68(5): 1029–1053.
13. Lewis, Ethan. 2000. "Immigration, Skill Mix and Capital–Skill Complementarity." U.S. Census Bureau's Working Paper 0452.
14. Lindquist, Matthew J. 2002. "Capital–Skill Complementarity and Inequality Over the Business Cycle." Stockholm University Working Paper 106.
15. López–Bazo, Enrique, and Rosina Moreno. 2008. "Does Human Capital Stimulate Investment in Physical Capital? Evidence from a Cost System Framework." *Economic Modelling* 25(6): 1295–1305.
16. Ruiz–Arranz, Marta. 2003. "Wage Inequality in the U. S.: Capital – Skill Complementarity Vs. Skill – Biased Technological Change." The Draft, Harvard University.
17. Sato, K. 1967. "A Two–Level Constant Elasticity of Substitution Production Function." *Review of Economic Studies* 34(2): 201–218.
18. Stokey, Nancy L. 1996. "Free Trade, Factor Returns and Factor Accumulation." *Journal of Economic Growth* 4(1): 421–447.
19. Tyers, R., and Y. Yang. 2001. "Capital–Skill Complementarity and Wage Outcomes Following Technical Change in a Global Model." *Oxford Review of Economic Policy* 16(3): 23–41.
20. Winchester, Niven. 2004. "Capital–Skill Complementarity and Rising Wage Inequality in the UK." University of Otago Economics Discussion Papers 0402.
21. Chang, Yongsung, and Andreas Hornstein. 2007. "Capital–Skill Complementarity and Economic Development." Seoul National University Working Paper 1020: 1–38.

The Relationship between Physical Capital and Heterogeneity of Labor in China: Theoretical and Empirical Study

Ma Hongqi and Xu Zhi

(School of Economics, Peking University; China Great Wall Asset Management Corporation)

Abstract: Physical capital and human capital as the two key elements of economic growth have been widely discussed in the literature of economic growth, however, their internal connection is rarely concerned about. Based on constructing a two level CES production function, the substitution parameters between China's capital and different types of labor are estimated by nonlinear OLS technology in this paper. The results show that physical capital and human capital are complementary. Unlike developed world, China's physical capital is more complementary with "mid-grade" human capital. Namely, physical capital is more complementary with the labor who have junior and senior high school education level than others. Therefore, the employment problem of "low-grade" and "high-grade" labor is an important livelihood issues in economic transition in China.

Keywords: Capital–skill Complementarity, Physical Capital, Human Capital

JEL Classification: F24

(责任编辑:陈永清)