

要素替代非对称性与资源配置效率*

林毅夫 王 勇 岳威铮 朱礼军

摘要:现有关于资源错配的主流文献假设不同生产要素之间的替代是对称的,将美国的资源配置作为标准,认为中国、印度等发展中国家存在严重错配。本文基于现实观察,提出要素替代非对称性这一新的理论概念,指出技术进步使资本可以不断替代劳动,但劳动替代资本却有边界。本文证明,即使要素市场不存在任何扭曲,要素替代非对称性的约束会导致在资本稀缺的发展中经济体中,企业间全要素生产率收益方差内生的大于资本充裕的发达经济体。现有文献以美国的全要素生产率收益方差为标准来衡量不同发展阶段经济体的资源配置效率,这存在严重误导。若通过外部干预来强行降低这种内生方差,反而会给发展中经济体带来资源配置效率的损失。本文进一步利用中国制造业企业数据证实了模型推论,并通过结构估计方法,控制要素替代非对称性影响后重新测算中国和美国资源配置效率间的差异,发现其结果显著低于现有文献的测算值。本文创新性地提出发展阶段对要素资源配置的内生影响,并提出了度量不同发展阶段经济体的资源配置效率的方法,这对于我们准确理解给定发展阶段下的经济运行效率具有重要意义。

关键词:要素资源配置 禀赋结构 要素替代非对称性 要素替代弹性

一、引言

新质生产力的核心标志是全要素生产率的大幅提升(习近平,2024)。大量实证研究表明,全要素生产率差异是导致跨国人均产出差异的最重要原因(霍尔、琼斯,1999)。那什么是决定全要素生产率的最关键因素呢?过去15年中,学术界普遍关注的是资源配置效率,认为资源错配是导致发展中国家全要素生产率低下的重要原因(雷斯图恰、罗格森,2008;谢、克列诺,2009)。如何测度资源配置效率,以及如何定量估算资源配置效率对于全要素生产率的影响,自然也就成为评价经济运行效率的关键。

谢和克列诺(2009)计算制造业内部同一产业内不同企业间的对数要素生产率(logTFPR,以下简称要素生产率)方差,并以此衡量资源错配的严重程度。他们发现中国与印度的方差值都远高于美国,并将此诠释为中国和印度的资源错配程度比美国更加严重,进而通过反事实分析得出结论,即如果中国和印度的全要素生产率收益方差变得与美国一样小,那么两国制造业的整体全要素生产率将会显著提高1/4到1/2。这一研究引发了后续大量文献探讨影响资源配置效率的各种不同因素(米德根、徐,2014;摩尔,2014;阿斯克等,2014)。

以上研究存在一个共同的潜在假设:资本和劳动之间的替代弹性恒大于零且是对称的,即在所有生产环节的等产量线上,都既可以使用劳动替代资本,也可以使用资本替代劳动。但是,这一对称性假设在现实世界中并非总是成立。我们通常能够以工具升级、自动化等形式利用资本替代劳动(阿西莫格鲁,2003;博俊等,2024)。然而反过来,在不少生产环节,当资本劳动比足够低时,技术上无法用劳动进一步替代资本,即此时劳动对资本的替代弹性会降为0。例如,给定时点上,操作一台光刻机所需的人力有限,光刻环节对资本投入比例的最低门槛要求,使得当资本与劳动之比足够低时,劳动将难以进一步替代资本。这种要素替代非对称性是

收稿时间:2024-9-12;反馈外审意见时间:2024-12-24;拟录用时间:2025-4-23。

*本研究得到教育部哲学社会科学研究重大专项项目“规模优势与大国经济发展研究”(2023J2D017)、教育部哲学社会科学研究重大课题攻关项目招标课题“战略性新兴产业融合集群发展研究”(23JZD011)、国家自然科学基金项目“开放与二元结构下的中国工业化:对增长与分配的影响机制研究”(72373005)的资助。王勇为本文通讯作者。

一种客观技术特性,对应的资本劳动比的最低门槛值在不同产业、同一产业的不同环节可能都不同。例如,在芯片产业与钢铁产业之间,以及在芯片产业内部的光刻环节和封装环节之间,这一门槛值都存在较大差异。

处于不同发展阶段的经济体有着不同的要素禀赋结构与产业结构,同一产业在不同发展阶段的经济体也会有不同的技术结构(林,2011;林毅夫,2012;鞠等,2015;王勇、沈仲凯,2018)。在资本短缺的欠发达经济体,劳动相对资本的价格较低,企业希望尽可能使用更多劳动替代资本。但是由于存在要素替代非对称性,那些资本劳动比最低门槛值足够高的生产环节,技术上无法通过增加劳动来实现对资本的替代,因此资本边际产出在这些门槛值发生紧约束的环节,与其他资本与劳动可以自由替代的环节就不再相同,导致不同企业和生产环节之间的全要素生产率收益方差增大。但是这种方差并非由政策扭曲或者要素市场不完善所致,不能简单地将其等同于资源错配。随着经济发展,要素禀赋结构不断提升,资本相对劳动的价格不断降低,企业会选择更多地使用资本来替代劳动,使得原来资本劳动比最低门槛值发生紧约束的一些生产环节不再受到限制,使全要素生产率收益方差降低。这种变化并非政策扭曲减小的结果,而是经济发展与要素禀赋结构变化所导致的。

换言之,给定不同发展阶段的禀赋结构条件,由于存在要素替代非对称性这一客观外生的技术特性,即使不存在任何要素市场摩擦与扭曲,达到社会最优的要素配置时,企业间全要素生产率收益的方差在资本相对丰裕的国家会比在资本相对短缺的国家低。因此,谢和克列诺(2009)所做的关于中国和印度的反事实分析本身在逻辑上具有误导性,因为中国、印度与美国所处的发展阶段和要素禀赋结构是不同的,对应的最优全要素生产率收益方差本身就是不同的,不应该以美国的方差作为衡量中国和印度资源配置效率的理想参照系进行反事实分析。

本文旨在构建包含要素替代非对称性的异质性企业垄断竞争模型,以此深入分析禀赋结构和要素替代非对称性对资源配置效率与全要素生产率的影响。我们分析结果表明,在考虑要素替代非对称性后,即使不存在任何要素市场本身的扭曲,资本相对短缺的欠发达经济体中制造业企业间全要素生产率收益方差依然会内生地高于资本相对充裕的发达经济体,这种方差并不代表资源错配;如果通过外部干预来人为降低这种内生方差,反而会带来经济效率的损失。

随着资本不断积累、资本劳动比提高,要素替代非对称性约束会逐渐放松,全要素生产率收益方差会内生地逐步降低。因此,在不同的经济发展阶段,可以作为最优理论参照点的全要素生产率收益分布是内生不同的。本文定量分析结果表明,当考虑了发展阶段的要素禀赋结构的差异性以及要素替代的非对称性之后,1998~2005年中国和美国两国之间在资源配置效率的实际差距要远远低于谢和克列诺(2009)的估计结果。

本文的核心贡献在于我们首次提出“要素替代非对称性”这一理论新概念并且将其运用到要素资源配置的学术研究中,提出如何根据经济发展阶段的不同建立对应的衡量资源配置效率的正确测度,帮助我们更加深入地挖掘和推进关于新质生产力的理论内涵、定量测度与政策含义等重要方面的研究。本文阐明,全要素生产率收益方差能在多大程度上刻画资源配置效率,取决于经济体所处的发展阶段与要素禀赋结构,对于我们理解不同发展阶段的国家在资源配置方面的内生差异,夯实新质生产力的理论基石,以及如何根据发展阶段因地制宜地发展新质生产力都具有重要意义。

二、文献评述

有两支经济学文献与本文最直接相关。一支是关于经济扭曲和要素资源配置的文献。霍彭哈恩和罗格森(1993)较早研究资源错配问题,考察了裁员成本对劳动配置的扭曲并构建动态一般均衡模型分析对全要素生产率的影响。雷斯图恰和罗格森(2008)在一个动态均衡模型中,假设企业层面同时存在生产率异质性与外生政策扭曲差异,并通过校准到美国数据分析外生政策扭曲对于稳态企业规模分布以及总产出的影响,以及这种影响如何取决于生产率与政策扭曲分布的相关性。谢和克列诺(2009)将要素市场不完善、政策扭曲等导致企业间要素边际生产率差异的因素作为外生楔子引入静态多部门均衡模型,并以对数全要素生产率收益方差作为资源错配的测度。作者进一步利用制造业普查数据对中印美的资源错配程度进行测算,发

现如果中国与印度能减少要素市场扭曲,使方差减少到与美国相同的水平,全要素生产率将比原有水平提高1/4到1/2。

谢和克列诺(2009)引发了后续大量文献研究影响资源错配的机制。现有文献中聚焦最多的是金融摩擦,譬如布尼亚等(2011)、米德根和徐(2014)等发现金融摩擦带来的资源错配可以解释发展中国家与发达国家全要素生产率的显著差异。摩尔(2014)指出,由于企业可以依靠自由财富积累,如果企业生产率跨时相关性高,金融摩擦对稳态上资源配置效率的影响就会大幅削弱。此外,大卫等(2016)分析了不确定环境下信息摩擦的影响,皮特(2020)分析了市场进入壁垒等扭曲下垄断势力导致的资源错配。阿斯克等(2014)提出企业生产率的方差可能是由于调整成本等技术性因素导致的。

中文文献中不少学者对中国资源配置效率展开了更细致的讨论。龚关和胡关亮(2013)在谢和克列诺(2009)方法的基础上放宽了规模报酬不变的假设,并基于LP法重新计算了资源配置效率的改善空间。尹恒和李世刚(2019)尝试用更“微观化”的估计方法将产出溢价率、要素产出弹性、企业异质性等维度纳入到对要素资源配置效率的估算中。还有一些研究将资源配置的视角从劳动力、资本要素扩展至土地(朱喜等,2011)、能源要素(陈诗一、陈登科,2017)等。

资源错配文献中与本文最相关的是萨巴斯(2013),作者基于19世纪美国制造业普查数据,发现其企业间要素生产率的分散程度与谢和克列诺(2009)呈现的20世纪末中国和印度的水平非常接近。鉴于19世纪美国并不存在国有企业或进入壁垒等制度性摩擦,但人均GDP与20世纪末中国和印度接近,作者认为,发展阶段可能是决定资源配置效率的更重要因素,谢和克列诺(2009)将中国、印度和美国3个国家要素生产率的分布方差的不同归结于市场扭曲,并且认为这导致资源配置低效的观点是忽视了不同发展程度国家的禀赋结构和产业结构、技术结构的差异就直接进行对比的结果。

另一支文献是关于要素替代弹性。要素替代弹性大小直接影响要素配置、收入分配等重要问题,在许多研究中被假定为外生常数。事实上在生产函数理论发展早期,就有经济学家指出生产要素的替代弹性可能和产出或者要素投入结构有关,因此假设要素替代弹性为常数可能存在设定偏差(希克斯,1948;阿伦,1956)。此后有一些研究讨论了可变替代弹性(VES)函数的性质与应用(瑞文卡,1971;萨托、霍夫曼,1968;卡齐,1980)。还有一些实证研究发现要素替代弹性在不同地区、产业存在明显异质性,并且随时间动态变化。陈晓玲和连玉君(2012)发现中国东南地区省份的要素替代弹性明显高于中西部地区。奥博菲尔德和拉瓦尔(2021)发现资本劳动替代弹性在不同产业间存在显著异质性,并提出企业资本密集度差异会导致微观与宏观要素替代弹性不同。沈春苗和郑江淮(2021)指出,中国制造业宏观、微观要素替代弹性无论是在时间变动趋势上还是绝对水平上都存在显著差异。这些实证证据与本文理论结论是一致的,然而所有这些文献都假设资本与劳动之间的替代是对称的,本文则首次提出要素替代非对称性这一技术特性,并从理论和定量角度分析其对资源配置效率的影响。

三、典型事实与研究动机

要素替代的对称性是现有绝大多数生产者理论模型所采用的假设,如常替代弹性(CES)的生产函数假设。但是在现实中资本与劳动之间的替代总是对称的吗?更具体地,是否总是可以无限制地使用劳动以替代资本?我们结合中国工业企业数据库对这一假设进行分析。

资本与劳动替代弹性定义为:

$$\sigma = \frac{d \ln \frac{K}{L}}{d \ln \frac{w}{r}}$$

其中, K 为资本投入, L 为劳动力投入, w 为劳动力要素价格, r 为资本要素价格。我们不妨选取2007年的“棉、化纤纺织加工”产业和“钢压延加工”产业作为例子。我们使用2007年的工业企业数据库,根据永续盘存

法(勃兰特等,2014)计算产业中所有企业的实际资本投入,参考聂辉华等(2012)、谭语嫣等(2017)、余海跃和康书隆(2020)的方法,首先估计企业的实际利息支出,仅保留了实际资本投入大于1千元、营业利润大于1千元、应交增值税大于0元、实收资本大于1千元、实际利息支出大于0元、职工人数大于10人、职工薪酬支出大于1千元的企业样本。然后在城市层面计算出企业的总利息支出和负债总额,从而估计出当年城市层面的平均融资成本,以此代表企业的资本成本 r ,并且利用企业的薪酬支出以及从业人员数量可以获得企业的平均劳动力成本(即 w ,单位千元/人)以及资本劳动比(即 K/L ,单位为千元/人),进一步可以得到整个产业中所有规上企业的资本劳动比和要素相对价格之间的关系。

图1、图2展示了这两个产业的资本劳动比和要素相对价格的非参数拟合结果(仅保留拟合结果)。可以看到,在劳动密集型的“棉、化纤纺织加工”产业中,劳动/资本相对价格 w/r 的对数值与资本劳动比 K/L 的对数值之间基本保持线性关系(如图1所示),这一特征基本符合常替代弹性。对于资本密集型的“钢铁压延加工”产业,曲线斜率随着要素相对价格而有明显改变(如图2所示),说明替代弹性远非恒定。具体而言,当 w/r 非常低的时候,生产者难以再用劳动力进一步替代资本, K/L 不再会根据要素相对价格的变化进行相应的调整,即要素替代弹性接近于0。但从另一个方向看,目前中国发展阶段下用机器替代劳动力几乎没有遇到限制,也就是说 K/L 远未达到上限。我们将这种客观技术特性决定的劳动与资本之间替代弹性的差异称为要素替代非对称性。以上结果在考虑劳动力异质性后仍然是稳健的(详见《管理世界》网络发行版附录)。

棉、化纤纺织加工业与钢铁压延加工产业的对比符合要素替代非对称性的假设,但这两个行业存在多个维度的差异,包括技术与资本门槛、资本有机构成、规模经济性等。为控制行业异质性,我们基于如下的推论进一步验证要素替代非对称性假设的合理性:受到要素替代非对称性约束的产业,随资本要素充裕程度上升其受约束的环节越少,测度的要素替代弹性越高。我们使用1998~2007年中国工企数据库,参考奥博菲尔德和拉瓦尔(2021)方法利用各年份、各行业的企业截面数据对细分行业的要素替代弹性进行动态估计,进一步验证其受资本要素充裕度的影响。以四分位码

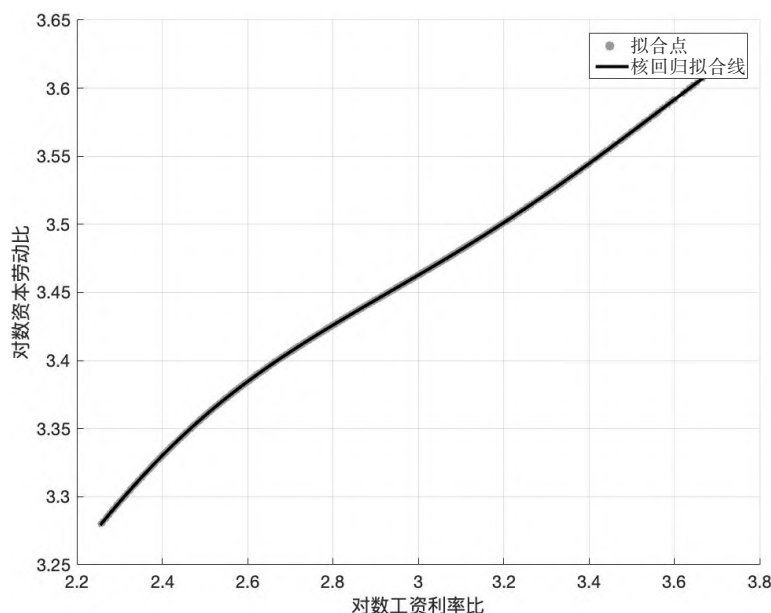


图1 “棉、化纤纺织加工”产业中企业的资本劳动比与要素相对价格的关系
(非参数估计)

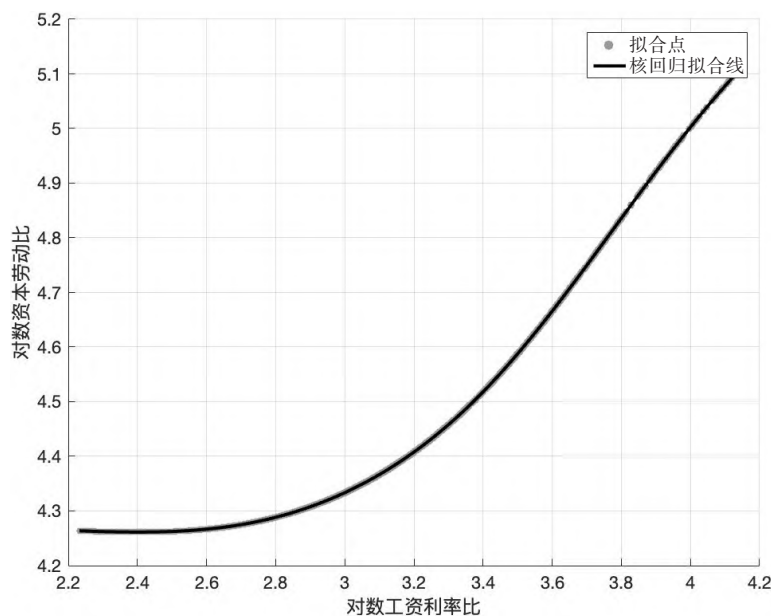


图2 “钢压延加工”产业中企业的资本劳动比与要素相对价格的关系
(非参数估计)

的制造业子产业 n_4 中的企业 i 在 y 年的资本劳动收入比 $(rK)_{in,y}/(wL)_{in,y}$ 为被解释变量,企业 i 所在地级市 c 在 t 年的劳动/资本要素相对价格 w_{iy}^c/r_{iy}^c 为核心解释变量,构建如下计量方程:

$$\log \frac{(rK)_{in,y}}{(wL)_{in,y}} = (\sigma_{n_4,y} - 1) \log \frac{w_{iy}^c}{r_{iy}^c} + \beta X_{in,y} + \varepsilon_{in,y} \quad (1)$$

其中, i 表示企业, n_4 表示CIC四位数行业代码, y 代表年份, $X_{in,y}$ 表示控制变量集合。 $(rK)_{in,y}$ 为 n_4 产业 i 企业的资本收入^①, $(wL)_{in,y}$ 为 n_4 产业 i 企业的劳动报酬支出^②。 w_{iy}^c 代表企业 i 所在城市 c 在 y 年的平均工资水平(利用当年城市层面企业薪酬支出总和除以职工人员数量总和), r_{iy}^c 代表企业 i 所在城市 c 在 y 年的平均融资成本(利用城市层面企业利息支出总和除以负债总额)。结合相关文献,我们还纳入如下控制变量:(1)规模虚拟变量,将企业销售额从小到大顺序分为三等份,分别定义小型、中型和大型企业;(2)所有制虚拟变量,根据企业实收资本结构将企业类型划分为国有企业、外资企业、其他企业3类;(3)地区虚拟变量,根据企业的省份信息,生成“东部、中部、西部”地区虚拟变量。

根据(1)计算出各个产业种类在各年的要素替代弹性 $(\sigma_{n_4,y})$ 后,我们将逐年的要素替代弹性 $(\sigma_{n_4,y})$ 与当年的平均要素相对价格 w_y/r_y 进行回归,并控制行业四位数码,见式(2)。 w_y/r_y 是各年的全国要素相对价格平均值,反映经济总体的要素禀赋结构,即要素相对价格 w_y/r_y 会随资本要素充裕程度提高而升高。结果如表1所示。

$$\sigma_{n_4,y} = \alpha + \beta \log \frac{w_y}{r_y} + D_{n_4} + \varepsilon_{n_4,y} \quad (2)$$

结果显示,随着资本积累,制造业产业的要素替代弹性会逐渐升高^③。这一结果在一定程度上说明我国许多产业受到要素替代非对称性的影响,尤其是在资本短缺的阶段下,技术约束导致一些生产环节无法完全根据要素相对价格来用劳动力替代资本(即要素替代弹性很低),但伴随着要素禀赋结构的改变,要素替代非对称性的影响在逐渐减弱。

价格信号是市场有效配置要素资源的关键,但同时要素替代非对称性也会影响要素配置,并且在不同产业及在不同发展阶段经济体中的影响程度均会不同。因此在讨论资源配置效率时,我们有必要结合发展阶段分析要素替代非对称性对资源配置的内生影响,而不能简单地以资本相对丰裕的发达国家作为标准参照系。接下来,我们将构建理论模型对这一问题进行更严谨的讨论。

四、理论模型

(一)生产函数与要素替代的非对称性

假设生产需要劳动和资本两种要素,等产量线上每一个点都代表一种生产技术,不同生产技术对应着不同的要素投入比例(阿特金森、斯蒂格利茨,1969)。生产者可以根据要素相对价格来选择适宜的技术。例如,生产汽车产业中的某种重型金属器件,厂商可以选择使用昂贵的、自动化水平较高的设备以降低劳动要素的投入从而实现资本相对密集的生产方式,也可以使用相对便宜的、自动化水平较低的设备来实现劳动相对密集的生产方式。由于不同生产技术的资本劳动比不同,因此生产者根据要素价格变化调整最适宜技术的过程即是要素替代的过程。

劳动与资本这两种要素间的互相替代并非总是可行,也并非总是对称。一方面,许多产品的生产都对资本劳动比有最低要求,比如汽车金属板材的压铸工序对机械设备有最低要求,并且操作一台压铸机所使用的劳动力存在上限,一旦达到上限,额外再增加劳动并不能增加产量;另一方面,我们总是可以通过使用更先进的设备来替代劳动,伴随着生产自动化水平的不断提高,单位产量所需要的劳动越来越少并且几乎不存在有限的边界(博俊等,2024)。因此资本几乎可以无限度替代劳动,而劳动只能有限程度地替代资本,这一特点即为本文所要强调的要素替代的非对称性特点,体现为等产量线可以无限趋近资本轴,却不能无限趋近劳动轴。

表1 总体要素禀赋结构影响要素替代弹性的回归结果

解释变量	coef	std err	t	P> t	R ²	Num
$\log \frac{w_y}{r_y}$	0.0448	0.01	4.48	0.000	0.349	3681

为了刻画这种要素替代非对称性,我们假设生产函数为:

$$f(K, L) = \begin{cases} AK^\alpha L^{1-\alpha}, & \text{if } K > \gamma L \\ A\gamma^\alpha \min\left\{\frac{K}{\gamma}, L\right\}, & \text{if } K \leq \gamma L \end{cases} \quad (3)$$

其对应的等产量线请见图3中的实线部分。如图3所示,这种等产量线体现了资本和劳动在替代性上的非对称性:企业通过投入自动化设备、使用新型生产方式等方式用资本替代劳动总是可行,但是反过来劳动替代资本则存在上限,一旦资本劳动比达到下界 γ ,进一步增加劳动力投入则不会增加产出。我们暂且先将(3)式这一分段生产函数的函数形式当作外生给定的,但其实它可以通过微观生产任务的内生技术选择加总而获得,具体请见第七部分。

此外,由于不同生产活动的客观技术要求不同,劳动替代资本的上限水平因产品的种类而异。例如,纺织品的生产可以在较大程度上利用人工生产替代机器生产,但是钢铁的压延加工非常依赖机械条件,只能在有限程度下用劳动替代机器,所以才会带来图1和图2所示的差异。因此不同生产活动的技术对最低资本/劳动比门槛值是不同的。这种生产活动的技术要求差异体现在参数 γ 上:对资本依赖程度低的生产环节或中间品,其 γ 值较低,如零件组装;对资本依赖程度高的生产环节或中间品,其 γ 值较高,如金属器件锻造。不同生产活动会有不同的 γ ,其分布是由经济中各类生产活动的客观技术特点所决定的,在本模型中是外生给定的。

这种资本/劳动比的最低要求导致要素之间的替代弹性会随着要素比例的变化而变化,在资本/劳动比足够低时,劳动对资本的替代弹性为0;在资本/劳动比超过最低门槛值时,劳动要素和资本要素之间的替代弹性大于0(在上述柯布道格拉斯函数中为1)。

我们提出的生产函数在本质上是一种简单的可变替代弹性函数,并且和现有的资源配置领域文献之间存在较好的可对比性。在后文中,我们进一步采用与琼斯(2005)一致的方式,将要素替代非对称性这一客观技术特性可以通过生产函数内生化的方式得到。

(二)经济环境的设定

与谢和克列诺(2009)类似,我们考察了封闭经济体中的某个产业,该产业的最终品 Y 的生产函数为:

$$Y = \left(\int_0^1 Y_i^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} di \right)^{\frac{\sigma}{\sigma-1}}, \quad \sigma > 1 \quad (4)$$

其中, σ 代表不同中间品之间的替代弹性, Y_i 代表中间品 i ,由一家企业 i 垄断。与现有文献不同的是,由于生产中存在资本—劳动替代非对称性,中间品 i 的生产函数为:

$$Y_i = f_i(K_i, L_i) = \begin{cases} A_i K_i^\alpha L_i^{1-\alpha}, & \text{if } K_i > \gamma_i L_i \\ A_i \gamma_i^\alpha \min\left\{\frac{K_i}{\gamma_i}, L_i\right\}, & \text{if } K_i \leq \gamma_i L_i \end{cases} \quad (5)$$

其中, γ_i 是外生给定的参数。不失一般性,假设 γ_i 是 i 的增函数。最终品的市场结构为完全竞争,而不同企业 i 之间是垄断竞争。产业最终品和中间品 i 的价格分别记为 P 和 P_i ,则

$$P = \left(\int_0^1 P_i^{1-\sigma} di \right)^{\frac{1}{1-\sigma}} \quad (6)$$

最终品厂商对中间品 i 的需求满足: $P_i = P \left(\frac{Y}{Y_i} \right)^{\frac{1}{\sigma}}$ 。

给定上述需求,中间品生产商 i 选取租赁的资本和劳动最大化其利润。用 r 代表资本的租赁价格, w 代表工资。易知 $P_i = \sigma / (\sigma - 1) MC_i$, MC_i 表示边际成

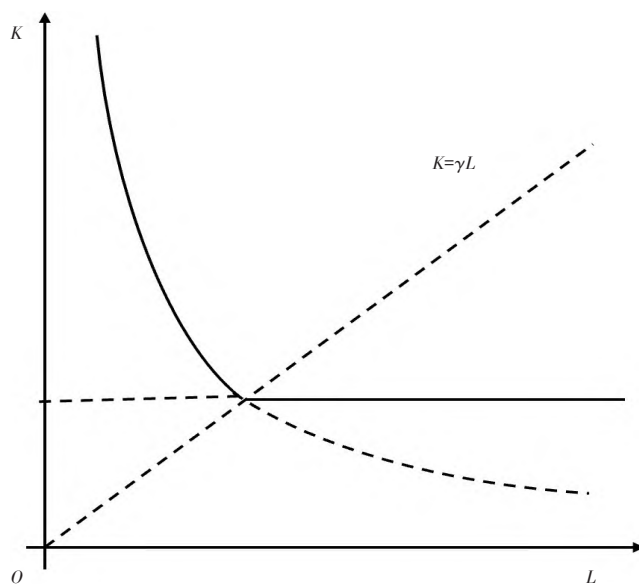


图3 生产函数等产量线

本, $\sigma/(\sigma-1)$ 代表溢价率。基于(5)式,企业*i*的边际成本为:

$$MC_i = \begin{cases} \frac{1}{A_i} \left(\frac{r}{\alpha} \right) \left(\frac{w}{1-\alpha} \right)^{1-\alpha}, & \text{if } \frac{\alpha w}{(1-\alpha)r} > \gamma_i \\ \frac{1}{A_i} \left(\frac{w}{\gamma_i^\alpha} + r \gamma_i^{1-\alpha} \right), & \text{if } \frac{\alpha w}{(1-\alpha)r} \leq \gamma_i \end{cases} \quad (7)$$

(三)要素替代非对称性对于要素边际生产率的影响

要素边际生产率是指,每增加一单位的要素投入会带来多少产出的变化。以收入衡量的劳动和资本的边际回报率分别为 $MRPL_i = \frac{\partial P_i Y_i}{\partial L_i}$ 和 $MRPK_i = \frac{\partial P_i Y_i}{\partial K_i}$, 对于不可微点我们分别计算该断点的左右极限。

引理1: 给定要素价格(r, w), 若存在 $I \in (0, 1)$, 使得 $\frac{\alpha w}{(1-\alpha)r} = \gamma_I$, 则企业的最优生产决策为:

$$\frac{K_i}{L_i} = \begin{cases} \frac{\alpha w}{(1-\alpha)r}, & \text{for } 0 \leq i \leq I \\ \gamma_i, & \text{for } I < i \leq 1 \end{cases} \quad (8)$$

对应的劳动与资本的要素边际回报率为: 对于 $0 < i < I$ 的企业, $MRPL_i = w$, $MRPK_i = r$; 对于 $I \leq i < 1$ 的企业, $MRPL_i^- = w \frac{\alpha \gamma_i + (1-\alpha) \gamma_I}{\gamma_i} > w$, $MRPL_i^+ = 0$, $MRPK_i^+ = r \left(\alpha + (1-\alpha) \frac{\gamma_I}{\gamma_i} \right) < r$, $MRPK_i^- = r \left(\alpha + (1-\alpha) \frac{\gamma_I}{\gamma_i} \right) > r$ 。此时, 中间品*i*的价格为:

$$P_i = \begin{cases} \frac{\sigma}{\sigma-1} \frac{1}{A_i} \frac{r}{\alpha} \gamma_i^{1-\alpha}, & \text{for } 0 \leq i \leq I \\ \frac{\sigma}{\sigma-1} \frac{1}{A_i} \frac{r}{\alpha} \gamma_i^{-\alpha} (\alpha \gamma_i + (1-\alpha) \gamma_I), & \text{for } I < i \leq 1 \end{cases} \quad (9)$$

结合(5)(6)(9)式, 我们可得

$$K_i = \frac{P_i^{-\sigma}}{P^{-\sigma}} \frac{1}{A_i} \left(\frac{K_i}{L_i} \right)^{1-\alpha} \times Y, L_i = \frac{P_i^{-\sigma}}{P^{-\sigma}} \frac{1}{A_i} \left(\frac{K_i}{L_i} \right)^{-\alpha} \times Y$$

代入(8)式, 我们可以得到市场出清条件(出于简化, 我们假设 $A_i \equiv A$):

$$\frac{K}{L} = \frac{\alpha}{1-\alpha} \frac{I^\sigma \left[\frac{\left(\frac{w}{r} \right)^{1-\alpha}}{(1-\alpha)^{1-\alpha} \alpha^\alpha} \right]^\sigma \left(\frac{w}{r} \right)^{1-\alpha} + \int_I^1 \left(\frac{w}{r \gamma_i^\alpha} + \gamma_i^{1-\alpha} \right)^{-\sigma} \left(\frac{1-\alpha}{\alpha} \gamma_i \right)^{1-\alpha} di}{I^\sigma \left[\frac{\left(\frac{w}{r} \right)^{1-\alpha}}{(1-\alpha)^{1-\alpha} \alpha^\alpha} \right]^\sigma \left(\frac{w}{r} \right)^{-\alpha} + \int_I^1 \left(\frac{w}{r \gamma_i^\alpha} + \gamma_i^{1-\alpha} \right)^{-\sigma} \left(\frac{1-\alpha}{\alpha} \gamma_i \right)^{-\alpha} di} \quad (10)$$

(10)式确定了 w/r 关于 K/L 的隐函数, 并且易知 $d\left(\frac{w}{r}\right)/d\left(\frac{K}{L}\right) > 0$ 。但由于表达形式过于复杂, 为了清晰和方便, 在之后的理论分析中我们将会把反映外生禀赋结构 K/L 的 w/r 作为理论推导的起点, 而不直接使用 K/L 。在《管理世界》网络发行版附录中我们展示了 w/r 与 K/L 的数值关系。

关于全要素生产率, 我们沿用谢和克列诺(2009)的做法, 定义TFPQ(全要素生产率产出)和TFPR(全要素生产率收益)为:

$$TFPQ_i = A_i, TFPR_i \equiv A_i P_i \quad (11)$$

在后续的资源配置效率分析中, 我们与谢和克列诺(2009)一样关注包含名义价格因素的 $TFPR_i$ 。尽管生产函数(5)式是分段式函数, 但是函数的线性系数依然满足希克斯中性的特点, 因此可以将 A_i 定义为该生产技术的 $TFPQ_i$, 并进一步与对应价格 P_i (见(9)式)相乘得到基于收入计算的要素生产率 $TFPR_i$, 即得到如下定理:

定理2:

$$TFPR_i = \begin{cases} \frac{\sigma}{\sigma-1} \frac{r}{\alpha} \gamma_i^{1-\alpha}, & \text{for } 0 \leq i \leq I \\ \frac{\sigma}{\sigma-1} \frac{r}{\alpha} \gamma_i^{-\alpha} (\alpha \gamma_i + (1-\alpha) \gamma_I), & \text{for } I < i \leq 1 \end{cases} \quad (12)$$

并且,对于 $i < j$, 满足 $TFPR_i < TFPR_j$, 其中 i 满足 $\frac{\alpha w}{(1-\alpha)r} = \gamma_i$ 。

引理1和定理2说明,即使不存在要素市场的扭曲,该产业中的不同企业之间依然会存在(单边)要素边际生产率不相等的情况,并且企业全要素生产率收益的方差大于0。这是因为对于 $j \in (i, 1]$ 的企业而言,它希望可以用劳动去替代资本以降低边际成本,但是技术上却因为要素替代的非对称性约束紧致而导致无法实现,从而只得被迫选择使用较多的资本。

我们需要强调的是在所有企业进行最优生产决策时,受到要素替代非对称性紧约束的那部分企业并不存在严谨定义的 $MRPK$ 。假设一个企业受到要素替代非对称性的紧约束,此时如果想要进一步增加资本投入,那么边际回报应该考虑 $MRPK_i^+ = r \left(\alpha + (1-\alpha) \frac{\gamma_i}{\gamma_i} \right) < r$, 这说明增加资本投入是低效、低回报的,企业是没有动机增加投资的;如果企业想进一步减少投资,那么此时应该考虑 $MRPK_i^- = \frac{r}{\alpha} \left(\alpha + (1-\alpha) \frac{\gamma_i}{\gamma_i} \right) > r$, 减少资本投资带来的机会成本非常高,因此企业也是不愿减少投入的。所有企业都已经实现了最优的资源投入配置,增加和减少资本投入都会更差。

(四) 产业总产出与全要素生产率分析

我们已经发现,当经济体的资本比较短缺时,即使不存在要素市场扭曲,对数全要素生产率收益($\log TFPR$)的方差会相对较大。因此在这种情况下,虽然(单边)要素生产率不相同,但已经是要素最有效配置下的情形了。我们的模型还表明,随着经济体的资本劳动比提高,那些受到要素替代紧约束的企业数量越来越少(因为 γ_i 变大),全要素生产率收益方差会逐步减小。接下来进一步讨论要素替代非对称性对产业整体全要素生产率的影响。

引理3:给定要素价格(r, w)以及一个产业的总的资本投入 K 与总的劳动投入 L , 给定该产业的生产技术(见(4)(5)式),均衡时该产业的总产出是一个关于资本要素 K 和劳动要素 L 的柯布-道格拉斯生产函数,即

$$Y = \frac{P^{-\sigma}}{\left(\int_0^1 P_i^{-\sigma} \frac{Q(i)^{-\alpha}}{A_i} di \right)^{1-\alpha} \left(\int_0^1 P_i^{-\sigma} \frac{Q(i)^{1-\alpha}}{A_i} di \right)^{\alpha}} K^{\alpha} L^{1-\alpha}$$

因此,产业的全要素生产率为:

$$TFP = \frac{P^{-\sigma}}{\left[\int P_i^{-\sigma} A_i^{-1} Q(i)^{1-\alpha} di \right]^{\alpha} \left[\int P_i^{-\sigma} A_i^{-1} Q(i)^{-\alpha} di \right]^{1-\alpha}} \quad (13)$$

其中, P 与 P_i 分别由(6)式与(9)式给出, $Q(i) \equiv K/L_i$ 由(8)式给出。

证明过程见《管理世界》网络发行版附录。

以上引理说明,产业总体的全要素生产率是关于相对要素价格以及 γ_i 的分布的一个函数,体现了发展阶段(要素禀赋结构决定的相对要素价格)以及各不同生产环节的要素替代非对称性约束对于市场均衡时的全要素生产率产出的影响。特别地,当资本足够充裕时,所有企业的要素替代约束都被放松,因此根据(8)式, $Q(i) = \frac{\alpha w}{(1-\alpha)r}$, $\forall i$ 。将其代入(13)式,并结合(6)式与(9)式,可以得到此时 $TFP = \left(\int_0^1 A_i^{\sigma-1} di \right)^{\frac{1}{\sigma-1}}$, 即不存在任何扭曲与要素替代紧约束下的全要素生产率水平。

定理4:当部分企业受到要素替代非对称性的紧约束时,产业的全要素生产率会小于不受到要素替代非对称性紧约束的全要素生产率,即

$$TFP < \left(\int A_i^{\sigma-1} di \right)^{\frac{1}{\sigma-1}}$$

并且,企业对数全要素生产率收益的方差将随着资本劳动相对要素价格的提高而变大:

$$\frac{dVar(\log TFPR_i)}{d\left(\frac{r}{w}\right)} > 0$$

证明过程见《管理世界》网络发行版附录。

定理4中要素相对价格 r/w ,反映的是要素禀赋结构。其背后的直觉是,即使不存在要素市场本身的扭曲,但如果经济体的要素禀赋结构中资本相对足够稀缺从而利率工资比足够高时,就会有企业受到要素替代非对称性的紧约束的影响,进而导致整个产业的全要素生产率低于不存在替代紧约束时的理想全要素生产率。而整个产业内不同企业之间的 $\log$ TFPR的方差会因为存在要素替代的紧约束而大于零,但是该方差会随着经济的发展与要素禀赋结构的升级,从而随着 r/w 的下降而不断内生减小,因为受到要素替代紧约束的企业数量会越来越少。

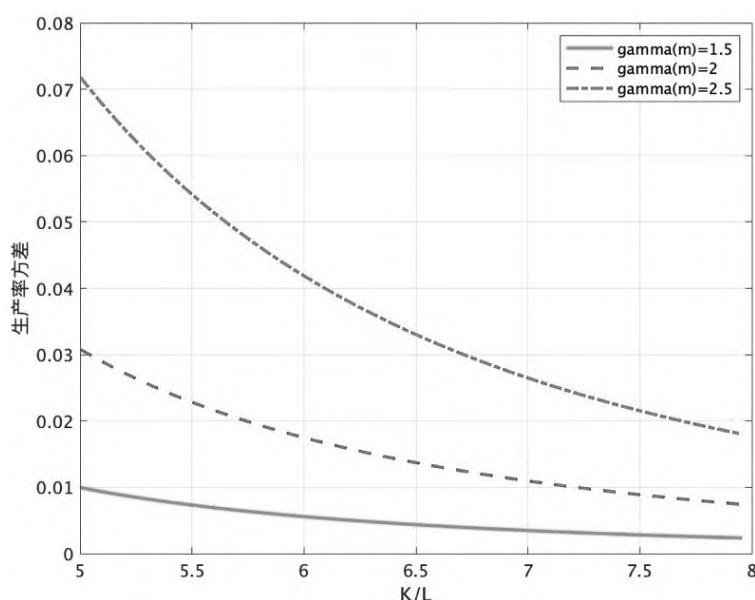


图4 不同禀赋结构、技术约束下的内生要素生产率方差

为了说明这一点,我们利用简单的数值计算来展示。我们可以假设 $\gamma_i = \gamma_m(1-i)^{-1/\eta}$, $i \in (0, 1)$, 其他参数初始化为 $\alpha=0, \sigma=2, \eta=4, \gamma_m=1.5, 2, 2.5$ 。 γ_m 越大,说明要素替代非对称性越严重。图4刻画了不同禀赋结构、不同技术约束下的内生全要素生产率收益方差,其中横轴为资本劳动比,纵轴为内生要素生产率方差,不同曲线代表不同强度的要素替代非对称性约束。

图4的趋势说明,资本要素越充裕,不受到要素替代非对称性紧约束的环节就越多,内生方差越小;在给定要素禀赋结构的情况下,技术要求越高,内生方差越大。

以上分析表明,即使不存在要素市场本身的扭曲,产业的全要素生产率以及企业间对数全要素生产率收益的方差是受到要素替代非对称性约束是否紧致的影响的。换言之,这主要受到相对要素价格 r/w 以及 $\{\gamma_i\}$ 的分布的影响。我们进一步要问的是在给定发展阶段下,要素生产率的方差本身是否代表资源配置效率的损失?

(五)要素生产率方差刻画了资源配置效率的损失吗?

谢和克列诺(2009)提出企业间的全要素生产率收益的方差越低会使全要素生产率越高,但是他们没有考虑到要素替代非对称性以及不同发展阶段的禀赋结构对于要素生产率的方差所造成的影响。本文在前面已经指出,不同发展阶段的经济体全要素生产率收益的方差会内生地呈现出差异(见引理1)。在这一节,我们进一步说明,在不考虑要素市场的外生扭曲的情况下,对于资本要素相对短缺的经济体,全要素生产率收益的方差大于零反而是经济要素有效配置的必然结果。如果通过人为政策干预的方式强行降低全要素生产率收益的方差反而会损害要素的配置效率,会进一步降低全要素生产率。这说明,全要素生产率收益的方差大于零并不必然意味着资源配置的非效率。

不妨依然如前文模型的设定,考虑一个产业由测度为1的连续统企业 $i \in [0, 1]$ 垄断生产的中间品加总而成。进一步简化假设这些企业的最低资本劳动比只有两种可能的取值:

$$\gamma_i = \begin{cases} \gamma_0 & \text{for } 0 \leq i < I \\ \gamma_1 & \text{for } I \leq i \leq 1 \end{cases} \quad (14)$$

为了让分析不至于平凡,假设外生的要素价格 (r, w) 满足:

$$\gamma_0 < \frac{\alpha w}{(1-\alpha)r} < \gamma_1$$

根据定理2,将(14)式代入(12)式,我们得到在不存在外部要素市场扭曲的情况下:

$$TFPR_i = \begin{cases} \frac{\sigma}{\sigma-1} \left(\frac{r}{\alpha} \right)^\alpha \left(\frac{w}{1-\alpha} \right)^{1-\alpha}, & \text{for } 0 \leq i \leq I \\ \frac{\sigma}{\sigma-1} \left(\frac{w}{\gamma_i^\alpha} + r\gamma_i^{1-\alpha} \right), & \text{for } I < i \leq 1 \end{cases} \quad (15)$$

显然,此时全要素生产率收益的方差大于0,因为存在要素替代非对称性的紧约束。如果要降低全要素生产率收益的方差就需要调整针对具体企业的要素相对价格。不失一般性,我们仿照谢和克列诺(2009)引入资本市场与中间产品市场的楔子 $\tau_k(i)$ 和 $\tau_y(i)$ 。引入该扭曲后的企业 i 的要素生产率为:

$$\widehat{TFPR}_i = \begin{cases} \frac{\sigma}{\sigma-1} \frac{(1+\tau_k(i))^\alpha}{1-\tau_y(i)} \left(\frac{r}{\alpha} \right)^\alpha \left(\frac{w}{1-\alpha} \right)^{1-\alpha}, & \text{for } 0 \leq i \leq I \\ \frac{\sigma}{(\sigma-1)(1-\tau_y(i))} \left(\frac{w}{\gamma_i^\alpha} + (1+\tau_k(i))r\gamma_i^{1-\alpha} \right), & \text{for } I < i \leq 1 \end{cases} \quad (16)$$

注意我们此处暂只讨论单产业情况,对于多产业的经济环境,其原理是相同的。由于 $TFPR_i < \widehat{TFPR}_i, i < I < j$,欲降低 $\log \widehat{TFPR}_i$ 的方差则需要让 $\tau_k(i) \geq 0$,如果 $i \in [0, I]$;且 $\tau_k(i) \leq 0$,如果 $i \in (I, 1]$ 。不失一般性地,我们假设 $\tau_k(i)$ 为简单分段函数^④,同时让 $\tau_y(i)$ 对所有企业都一样,即:

$$\tau_k(i) = \begin{cases} \tau_0 > 0 & \text{for } 0 \leq i \leq I \\ \tau_1 < 0 & \text{for } I < i \leq 1 \end{cases}$$

$$\tau_y(i) = \tau_y$$

其中, τ_0, τ_1, τ_y 须满足该产业所需要的总资本与总劳动维持在与政策干预之前相同的水平。这使得 τ_0, τ_1 是相互一一对应的。我们只需利用其正负性即可得到,上述外生干预可以降低产业内要素生产率的方差,即: $var(\log TFPR) > var(\log \widehat{TFPR})$ 。

接下来我们分析降低产业内要素生产率方差后的经济产出会如何变化。

定理5:假设产业中部分中间品受到要素替代非对称性的紧约束,并且该产业生产要素的总量(K, L)给定。如果通过引入价格扭曲来减少全要素生产率收益的方差,则会导致产业全要素生产率的降低以及产业的总产出降低。

证明过程见《管理世界》网络发行版附录。

该结论背后的经济逻辑是非常清晰的,要素替代非对称性会对部分生产环节带来要素投入比例的刚性约束,从而使该中间品环节具有较高的生产成本和较低的生产效率,这也导致了从整体看各个生产环节的全要素生产率收益存在一定的方差。如果这个时候利用外部的手段降低这种方差,相当于将生产要素从生产效率水平较高的中间环节转移到生产效率水平较低的中间环节。因此在面临要素替代不对称的情况下,全要素生产率收益方差的降低是会以整体效率受损为代价的^⑤。

以上分析再次说明,禀赋结构不同的经济体所面对的要替代非对称性的约束程度是不同的,由于要素替代非对称性的存在,全要素生产率收益的方差并不必然反映要素配置的效率。如果强行通过扭曲价格来降低方差,反而会导致资源配置效率的损失。与此同时,上文揭示,在不同的经济发展阶段,由于要素禀赋结构以及要素相对价格的不同,经济体中受到要素替代非对称性紧约束的企业分布亦不同,进而导致企业间全要素生产率收益的方差内生的不同,而且大于零。这已经是要素最优配置时的结果,并应该作为对应发展阶段的效率参照点。我们不应该像谢和克列诺(2009)那样,把美国作为同期中国与印度的效率参照点进行反事实分析。

五、实证检验

本节基于前文的理论分析,进一步从数据中梳理出产业层面支持要素替代非对称性存在的证据,主要结果包括如下3个定量特征事实:(1)从地区横向比较看,资本要素越充裕的地区(劳动/资本要素相对价格越高),制造业产业在该地区的要素替代弹性越高;(2)从产业异质性角度看,资本与劳动的要素替代弹性越低的产业(受到要素替代非对称性约束越强的产业),总体平均资本劳动比越大;(3)从时间—地区综合角度看,尽管不同产

业受到的要素替代非对称性约束不同,但是产业的要素替代弹性的标准差随劳动和资本要素相对价格的提高而收敛,即产业横向之间差异的影响会伴随着资本要素充裕水平的提高而减少。我们使用的数据包括1998~2007年中国工企数据库,并且只关注制造业,仅保留了实际资本投入大于1千元、营业利润大于1千元、应交增值税大于0元、实收资本大于1千元、实际利息支出大于0元、职工人数大于10人、职工薪酬支出大于1千元的企业样本。我们选择这个时间窗口是因为这期间中国工业企业数据库的样本范围具有较好的一致性,并且覆盖了谢和克列诺(2009)中测算中国资源配置效率的时间范围。

(一)在资本要素更充裕的地区要素替代弹性更高

我们根据地级市的劳动/资本要素相对价格水平把中国的地级市分为资本充裕型地级市(要素相对价格 w/r 最高的前50%地级市)和资本短缺型地级市(要素相对价格 w/r 较低的50%地级市)^⑥,分别计算两类地级市在各产业、各年的“局部”要素替代弹性以及两类地级市的要素相对价格水平(“局部”意味着估计替代弹性时只对部分地区进行回归,而不是全国),并且计算两类地区的要素替代弹性与两类地区的平均要素相对价格之间的相关性,控制年份以及产业,从而比较两类地区的要素替代弹性。

参考奥博菲尔德和拉瓦尔(2021),我们估算 k 类地级市的产业 n 在 y 年的资本与劳动之间的“局部”要素替代弹性(σ_{nyk})的计量方程为:

$$\log \frac{rK_{inyk}}{(wL)_{inyk}} = (\sigma_{nyk} - 1) \log \frac{w_{iyk}^c}{r_{iyk}^c} + \beta X_{inyk} + \varepsilon_{inyk} \quad (17)$$

其中,上标 c 代表城市,下标 i 代表企业, n 代表产业, y 代表年份,下标 k 表示按照工资水平划分的地区类型, $k=0$ 代表资本充裕型地级市, $k=1$ 代表资本短缺型地级市。对每个企业的 $rK_{inyk}/(wL)_{inyk}$,我们使用“调整后工业增加值/薪酬支出-1”来估计,“薪酬支出=应付工资薪酬总额+应付福利费总额+劳动失业保险费”,“调整后工业增加值=薪酬支出+营业利润+利息支出+本年折旧+应交增值税+主营业务产品销售税金及附加+税金”。 w_{iyk}^c 代表企业 i 所在 k 地区在 y 年的平均劳动力成本(利用当年城市层面企业薪酬支出总和除以职工人员数量总和), r_{iyk}^c 代表企业 i 所在 k 地区在 y 年的平均融资成本(利用区域层面企业利息支出总和除以负债总额)。我们使用(17)式估算出来的 σ_{nyk} ,进一步检验地级市平均要素价格水平对该要素替代弹性的影响。具体回归方程见(18)式:

$$\sigma_{nyk} = \alpha + \beta \log \frac{w_{yk}}{r_{yk}} + \delta_1 D_y + \delta_2 D_n + \varepsilon_{neyk} \quad (18)$$

该回归控制年份固定效应(D_y)与行业四位数码(D_n),结果如表2所示。

上述的回归结果显示,不论是否控制行业代码,要素相对价格 w/r 和要素替代弹性之间存在明显正向关系,也就是说资本要素更加充裕的地区往往具有更高的要素替代弹性。这与前文的理论分析是完全一致的。在资本更密集的地区,受到要素替代非对称性约束的中间环节更少,因此替代弹性为0的生产环节更少,弹性大于0的环节更多,因此总体替代弹性更高。

(二)产业的资本劳动比与要素替代弹性呈负相关

我们根据CIC四位码对产业进行分类并逐年计算各产业的要素替代弹性 σ_{ny} ,方法同上:

$$\log \frac{(rK)_{in_4y}}{(wL)_{in_4y}} = (\sigma_{n_4y} - 1) \log \frac{w_{iy}^c}{r_{iy}^c} + \beta X_{in_4y} + \varepsilon_{in_4y} \quad (19)$$

其中, n_4 代表产业四位码分类。然后我们将(19)式估计出的各产业的要素替代弹性与该产业的资本劳动比进行回归,并控制年份和产业的二位码种类(n_2)。控制二位码产业是为了保证细分产业之间的可比性。

$$\sigma_{n_4y} = \alpha + \beta \log \frac{K_{n_4y}}{L_{n_4y}} + \delta_1 D_y + \delta_2 D_{n_2} + \varepsilon_{n_4y} \quad (20)$$

σ_{n_4y} 代表 n_4 产业在 y 年的要素替代弹性, K_{n_4y}/L_{n_4y} 代表 n_4 产业在 y 年的资本劳动比,结果如表3所示。

表2 各地区的要素禀赋结构与要素替代弹性的回归结果

被解释变量	(1) 要素替代弹性	(2) 要素替代弹性	(3) 要素替代弹性
$\log \frac{w_{yk}}{r_{yk}}$	0.1685*** (0.033)	0.1713*** (0.033)	0.1709*** (0.032)
产业二位码控制变量	不控制	控制	不控制
产业四位码控制变量	控制	不控制	不控制
年份固定效应	控制	控制	控制
R ²	0.134	0.023	0.017
样本数量	7372	7372	7372

理论上,在一个大类产业中,细分产业的要素替代非对称性约束越强,那么其要素替代弹性就会越低,相应的资本劳动比就会越高。回归结果确实印证了这一点,即在同一个大类产业中,平均资本劳动比越高的细分产业,其要素替代弹性越低。

有一些文献关注国有企业可能面临更低的资本成本和预算软约束(林毅夫等,2004;纪洋等,2016),导致国有企业会偏向于资本更密集的重工业并且对要素价格敏感度较低。因此,我们剔除掉国有企业,再单独测算产业内非国有企业的要素替代弹性,并且将其与产业的资本劳动比进行回归。如表4所示,我们发现两者依然存在显著的负向关系,即在给定要素禀赋条件下,资本更密集的产业会具有更低的要素替代弹性。

(三)产业的要素替代弹性的分散程度随资本要素充裕水平的提高而收敛

首先我们根据(21)式测算每个大类产业 n_2 中的子产业 n_4 的每一年的要素替代弹性 σ_{n_4y} (全国整体水平,即不区分地区 k),

$$\log \frac{rK_{in_4y}}{(wL)_{in_4y}} = (\sigma_{n_4y} - 1) \log \frac{w_{iy}^c}{r_{iy}^c} + \beta X_{in_4y} + \varepsilon_{in_4y} \quad (21)$$

然后计算大类产业 n_2 在年份 y 中各子产业要素替代弹性 σ_{n_4y} 的标准差 $devi_{n_4y}$,并且将标准差 $devi_{n_4y}$ 与该年度的平均资本劳动要素相对价格 w/r 进行回归,控制产业 n_2 ,结果如表5所示。

$$devi_{n_4y} = \alpha + \beta \log \left(\frac{w}{r} \right)_y + \delta_1 D_{n_2} + \varepsilon_{n_4y} \quad (22)$$

结果表明,各个大类制造业内的子产业的要素替代弹性也是异质的,并且这种异质性的影响会伴随着资本要素充裕水平的提高在逐渐减弱。这与前文的理论分析也是完全一致的。在资本更密集的地区,受到要素替代非对称性紧约束的中间环节更少,因此替代弹性为0的生产环节更少,更多的环节是以大于0的常替代弹性生产,因此大类行业内替代弹性的方差更小。

以上所有实证结果从不同角度都验证了本文基于要素替代非对称性得出的理论推论,并且证实了要素替代非对称性的影响程度与发展阶段有关。具体而言,当资本要素相对短缺时,生产中受到要素替代非对称性制约的环节就会相对多,那么资本劳动的替代弹性相对更低。从动态角度看,伴随着资本要素的积累,那么受到要素替代非对称性紧约束的生产环节就会相对变少,总的资本要素替代劳动要素的弹性逐渐提高。从横向产业的角度来看,客观生产技术所决定的要素替代非对称性约束越强,即资本要素的投入比例门槛更高,那么资本劳动比越高,相应的要素替代弹性越小。产业的异质性会对要素资源配置产生巨大的内生影响,而这种影响会伴随着资本要素的积累逐渐减弱。

六、定量分析

我们在上文中已经从理论的角度分析了要素替代非对称性如何影响要素资源配置,证明要素禀赋结构内生影响全要素生产率收益的方差,即使不存在要素市场本身的扭曲。当然,在现实经济中,要素市场价格扭曲和要素替代非对称性的约束是同时存在的。因此,如何从数据中将要素市场本身的扭曲与要素替代非对称性约束这两种效应区分出来是这一节的主要目标。这一目标可以分解为两个具体任务:(1)在给定发展阶段和要素禀赋结构的情况下,测算出要素替代非对称性的相关特征值在各个产业中的分布,例如分段生产函数中的 γ_i 参数,这样我们就可以计算出不存在任何外部扭曲下的最优要素资源配置情况,并以此作为基准参照系;(2)在得到基准参照系之后,我们利用相应发展阶段的企业层面数据与基准参照系进行对比即可计算出外部

表3 产业层面要素替代弹性对产业资本劳动比的回归结果

解释变量	coef	std err	t	P> t	R ²	Num
$\log \frac{K_{n_2y}}{L_{n_2y}}$	-0.0313	0.014	-2.25	0.025	0.09	3686

表4 产业层面要素替代弹性对产业资本劳动比的回归结果(只考虑非国有企业)

解释变量	coef	std err	t	P> t	R ²	Num
$\log \frac{K_{n_4y}}{L_{n_4y}}$	-0.0347	0.021	-1.651	0.099	0.136	1739 ^a

注:a.计算产业内要素替代弹性时我们要求企业数量大于等于10,若限定非国有企业样本,会使大量产业样本数量降低,导致产业要素替代弹性缺省值增多。

表5 产业要素替代弹性的分散程度对要素相对价格的回归结果

解释变量	coef	std err	t	P> t	R ²	Num
$\log \left(\frac{w}{r} \right)_y$	-0.0655	0.018	-3.66	0.000	0.385	255

扭曲对要素资源配置的影响程度。

我们采取非线性矩估计的方法来进行定量测度,所使用的数据主要来自于1998~2005年中国工业企业数据库。谢和克列诺(2009)对比了中国1998~2005年中国资源配置效率与美国1997年的差距。为了与其结果进行直接对比,我们选择了同样的样本范围。

(一)产业和地区异质性

前文的理论分析是针对只有一个产业的封闭经济体。事实上,不同产业具有较大的差异性,并且不同地区的禀赋结构也存在较大差异。因此我们将前文的理论框架拓展到异质性产业和地区。

给定一个地区的某个产业 n ,我们假设对企业 $i \in \mathcal{L}_n$, γ_i^n 服从帕累托分布 (γ^n, η^n) ,即 $P(\gamma_i^n > T) = (\gamma^n/T)^{\eta^n}$, $\mathcal{L}_n$ 代表产业 n 内的全部企业集合。我们假设资本、劳动力要素在同一个城市内是可以自由流通的,因此在不考虑外生扭曲的情况下,所有企业面临相同的要素价格 w_c, r_c 。根据引理1,我们知道在给定要素替代边界 γ_i 和外生要素价格 (w_c, r_c) 后,企业 i 的 $\ln(rK_i/wL_i)$ 为:

$$\ln \frac{rK_i}{wL_i} = \begin{cases} \log \frac{\alpha}{(1-\alpha)}, & \text{for } 0 \leq \gamma_i^n \leq \frac{\alpha w_c}{(1-\alpha)r_c} \\ \log \frac{r_c}{w_c} \gamma_i^n, & \text{for } \gamma_i^n > \frac{\alpha w_c}{(1-\alpha)r_c} \end{cases} \quad (23)$$

此时对于产业 n 来说,受到要素替代非对称性紧约束的生产环节占比为 $P\left(\gamma_i^n > \frac{\alpha}{1-\alpha} \frac{w_c}{r_c}\right) = \left(\frac{1-\alpha}{\alpha} \frac{\gamma^n r_c}{w_c}\right)^{\eta^n}$ 。由此可知,如果一个地区资本越充裕, r_c/w_c 越低,那么受到要素替代紧约束的部分就越少;如果产业 n 的 γ^n 越大,即资本投入门槛越高,那么受到要素替代紧约束的部分就越多。

(二)矩拟合法估计要素替代非对称性

为了能够估计 (γ^n, η^n) ,我们需要借助不同地区的异质性。假设不同地区相互都是独立的,并且同一产业在不同地区面临相同的技术选择边界问题,即产业 n 中的生产环节 i 所面临的 γ_i^n 服从帕累托分布 (γ^n, η^n) ,那么易知 $\ln(\gamma_i/\gamma^n)$ 服从指数分布 $Exp(\eta^n)$ 。我们可以得出在城市 c 、产业 n 中企业 $\ln(rK_i/wL_i)$ 的期望值为:

$$E\left(\ln \frac{rK_i}{wL_i} \middle| w_c, r_c\right) = \ln \frac{\alpha}{(1-\alpha)} + \left(\frac{1}{\eta^n}\right) \left(\frac{\alpha}{1-\alpha} \frac{w_c}{r_c \gamma^n}\right)^{-\eta^n}, i \in \mathcal{L}_n \quad (24)$$

上式方程左侧 wL_i 为各企业的劳动要素收入, rK_i 为各企业的资本要素收入。上式方程右侧 w_c 为所在城市的平均工资水平, r_c 是所在城市的平均利率水平。我们参考谭语嫣等(2017)、余海跃和康书隆(2020)的方法,我们首先估计企业的实际利息支出,然后在城市层面计算出企业的总利息支出和负债总额,从而估计出当年城市层面的平均融资成本 r_c ,并且利用城市层面企业的总薪酬支出以及总职工数量可以获得城市的平均劳动力成本 w_c 。关于资本产出弹性 α ,我们参考谢和克列诺(2009)的做法,根据NBER制造业数据来计算NAICS四位码行业各自的资本产出弹性 α ,并和中国四位码行业进行匹配,以估计中国各个产业的资本产出弹性。

综上,在给定外生参数 (γ^n, η^n) 下,我们可以计算出产业 n 内每个企业实际的 $\ln(rK_i/wL_i)$,以及基于外生要素价格的 $E(\ln(rK_i/wL_i) | w_c, r_c)$ 。此时为了估计 (γ^n, η^n) ,我们可以采用非线性矩估计的方法,即

$$(\gamma^n, \eta^n) = \arg \min_{\{\gamma^n, \eta^n\}} \sum_{i \in \mathcal{L}_n} \left(\ln \frac{rK_i}{wL_i} - \ln \frac{\alpha}{(1-\alpha)} + \left(\frac{1}{\eta^n}\right) \left(\frac{\alpha}{1-\alpha} \frac{w_c}{r_c \gamma_i^n}\right)^{-\eta^n} \right)^2 \quad (25)$$

在估计出各个产业的 (γ^n, η^n) 后,我们即可分析要素替代非对称性对TFPR分布的内生影响(不包含外生扭曲的情况):

$$TFPR_i \propto \frac{(1 + \pi_{ki}^*)^\alpha}{1 - \pi_{yi}^*}$$

$$(1 - \pi_{yi}^*) \equiv \min \left\{ \frac{1}{(1-\alpha) \left(\frac{r_c}{w_c} \gamma_i^n + 1 \right)}, 1 \right\}, (1 + \pi_{ki}^*) \equiv \min \left\{ \frac{w_c}{r_c} \frac{\alpha}{1-\alpha} \frac{1}{\gamma_i^n}, 1 \right\} \quad (26)$$

我们使用蒙特卡洛数值方法计算出要素替代非对称性带来的内生 logTFPR 标准差 σ_{π}^* 。不同城市的禀赋结构不同,使得不同城市受到要素替代非对称性的影响不同,因此在对内生方差进行估计时,因此我们充分考虑了不同城市之间的差异以及企业不同城市的分布情况。具体方式为,我们根据产业在各个城市的分布数量等比例放大 500 倍来取样,例如某产业 n 在城市 A 中有 10 家企业,那么我们就对应该城市工资水平取样 5000 个。产业 n 所有企业的 γ^n 都是服从帕累托分布 (γ^n, η^n) 的独立随机变量,参数由前步骤估计得来。因此结合 (26) 我们可以得到所有样本的 $(1-\pi_{yi}^*)$ 与 $(1+\pi_{ki}^*)$, 从而计算出在不考虑外生扭曲情况下的 $\ln TFPR_i \propto \ln(1+\pi_{ki}^*)^\alpha / (1-\pi_{yi}^*)$ 的方差,即要素替代非对称性给产业 n 带来的内生 logTFPR 方差。进一步地,我们将所有产业的方差按照工业增加值进行加权获得总的内生方差,结果见表 6。

表 6 要素替代非对称性带来的内生 logTFPR 标准差

中国	1998 年	2001 年	2005 年
σ_{π}^*	0.39	0.31	0.30

(三) 估计调整要素替代非对称性影响后的对数全要素生产率收益方差

假设经济中同时存在要素替代非对称性约束与要素市场的外生扭曲。其中,要素替代非对称性体现在前述的中间品企业的生产函数中,要素市场与产品市场的外生扭曲体现在企业的利润目标函数:

$$\pi_i' = \max_{K_i, L_i} (1 - \tau_{yi}) P_i Y_i - (1 + \tau_{ki}) r K_i - w L_i \quad (27)$$

其中, τ_{yi} 代表产出扭曲, τ_{ki} 代表资本要素市场扭曲。

根据中间品企业的全要素生产率收益的定义,可知:

$$TFPR_i = \begin{cases} \frac{\sigma}{\sigma-1} \left(\frac{r}{\alpha} \right)^\alpha \left(\frac{w}{1-\alpha} \right)^{1-\alpha} \frac{(1+\tau_{ki})^\alpha}{1-\tau_{yi}}, & \text{for } i \in [0, 1] \setminus \mathcal{L} \\ \frac{\sigma}{\sigma-1} \gamma_i^{-\alpha} \frac{(r(1+\tau_{ki})\gamma_i + w)}{1-\tau_{yi}}, & \text{for } i \in \mathcal{L} \end{cases} \quad (28)$$

这等价于

$$TFPR_i \propto \frac{(1+\tau_{ki})^\alpha}{1-\tau_{yi}} \frac{(1+\pi_{ki})^\alpha}{1-\pi_{yi}} \quad (29)$$

其中, $\mathcal{L} \equiv \left\{ i \in [0, 1]; \gamma_i > \frac{w}{r(1+\tau_{ki})} \frac{\alpha}{1-\alpha} \right\}$, π_{ki} 、 π_{yi} 定义为:

$$\pi_{ki} = \begin{cases} 0, & \text{for } i \in [0, 1] \setminus \mathcal{L} \\ \frac{w}{r(1+\tau_{ki})} \frac{\alpha}{1-\alpha} \frac{1}{\gamma_i} - 1 < 0, & \text{for } i \in \mathcal{L} \end{cases}$$

$$\pi_{yi} = \begin{cases} 0, & \text{for } i \in [0, 1] \setminus \mathcal{L} \\ 1 - \frac{1}{(1-\alpha) \left(\frac{r(1+\tau_{ki})}{w} \gamma_i + 1 \right)} > 0, & \text{for } i \in \mathcal{L} \end{cases} \quad (30)$$

根据 (29) 式, 我们知道 $\ln TFPR_i \propto \ln \frac{(1+\tau_{ki})^\alpha}{1-\tau_{yi}} + \ln \frac{(1+\pi_{ki})^\alpha}{1-\pi_{yi}}$, 并且 π_{ki} 、 π_{yi} 会受到 τ_{ki} 的影响, 因此 TFPR 的方差可以表示为:

$$\sigma_{orig}^2 = \sigma_{adj}^2 + 2\rho\sigma_{adj} \times \sigma_{\pi} + \sigma_{\pi}^2 \approx \sigma_{adj}^2 + 2\rho\sigma_{adj} \times \sigma_{\pi}^* + \sigma_{\pi}^{*2} \quad (31)$$

其中, σ_{orig}^2 为直接利用 $\ln TFPR_i$ 计算的方差, σ_{π}^* 为要素替代非对称性约束带来的内生 logTFPR 标准差。因此为了计算 σ_{adj}^2 我们还需要利用 (30) 式估计一下 $\ln(1+\pi_{ki})^\alpha / (1-\pi_{yi})$ 与 $\ln(1+\tau_{ki})^\alpha$ 的相关系数 ρ , 具体方法依然是蒙特卡洛数值模拟。

我们已经假设外生扭曲 $\log(1+\tau_{ki}) \sim N(\mu_k, \sigma_k^2)$, 这里 μ_k 、 σ_k^2 都未知, 并且会对 $\text{corr}((1+\tau_{ki})^\alpha, (1+\pi_{ki})^\alpha / (1-\pi_{yi}))$ 产生影响, 我们尝试在不同 μ_k 、 σ_k^2 情况下 $\text{corr}((1+\tau_{ki})^\alpha, (1+\pi_{ki})^\alpha / (1-\pi_{yi}))$ 的估计值, 范围大约在 0.1~0.2。此外,

$$|\rho| = \left| \text{corr} \left(\ln \frac{(1+\tau_{ki})^\alpha}{1-\tau_{yi}}, \ln \frac{(1+\pi_{ki})^\alpha}{1-\pi_{yi}} \right) \right| < \left| \text{corr} \left(\ln(1+\tau_{ki})^\alpha, \ln \frac{(1+\pi_{ki})^\alpha}{1-\pi_{yi}} \right) \right|$$

如果 σ_k^2 与 σ_y^2 大致相当, 那么 $|\rho|$ 大约不超过 0.1, 根据数值模拟, 我们检验出 ρ 在小于 0.1 (或者附近) 的情

况下, ρ 对最终结果影响不大。我们设定 $\rho=0.08$ 。由此根据(31)式我们可以初步估算出剔除要素替代非对称约束带来的内生影响后的方差 σ_{adj}^2 。结果如表7所示。

上表的结果说明,中国的对数全要素生产率收益方差在很大程度上来自于要素替代非对称性的紧约束,并且在剔除掉要素替代非对称性约束的影响后,中美对数全要素生产率收益标准差的差距明显缩小。例如,2005年中国调整后的标准差比美国1997年的水平高0.05,而包含要素替代非对称性因素情况下则相差0.14。

此外,在得到各个产业每年的内生方差以及各产业工业增加值的比重后,我们还可以对内生方差的变化进行拆解: $\sigma_{\pi}^2 = \sum_{n=1}^N \theta_n \times \sigma_{\pi,n}^2$, 其中 θ_n 代表产业 n 的工业增加值在全部制造业中的比重, $\sum_{n=1}^N \theta_n = 1$, $\sigma_{\pi,n}^2$ 代表产业 n 的内生方差。因此我们可以将经济总体的内生方差的变化拆分成两种来源:禀赋结构变化减轻了要素替代非对称性的紧约束以及产业结构的优化降低了要素替代非对称性带来的总影响。最终我们发现超过80%的贡献来自于禀赋结构变化,约17%的变化来自于产业结构的优化。

(四) 中国和美国经济效率的差异以及衡量外生扭曲的相对程度

根据前文的分析,中国的全要素生产率收益方差在很大程度上来自于要素替代非对称性的约束,这也是中国和美国要素资源配置的一个突出差异。美国资本非常充裕,相应地受到的要素替代非对称约束的影响非常小。因此不能简单地把中国和美国的差异定义为扭曲。当然,毋庸置疑,在中国各种市场扭曲是客观存在的。那么如何定量衡量扭曲的严重程度具有非常重要的现实和理论意义。我们的理论分析认为,将中国剔除要素替代非对称性的内生影响后的方差和美国的方差之间才有可比性,二者的差异在一定程度上可以度量中国经济中的扭曲程度。

谢和克列诺(2009)认为要使得经济总体的全要素生产率最大化,就应当使要素生产率方差减为0。但是本文提出,对于受到要素替代非对称性紧约束的情况,即使实现了最优的资源配置,依旧存在全要素生产率收益的差异;相反地,在这种情况下方差为0反而不是最优配置,因此对于中国最理想的全要素生产率上限的计算方式要进行调整。

更进一步地,我们可以得出如下结论:

$$\log TFP \approx \frac{1}{\sigma-1} \int A_i^{\sigma-1} di - \frac{\sigma}{2} \text{Var}(\log TFPR) \leq \frac{1}{\sigma-1} \int A_i^{\sigma-1} di - \frac{\sigma}{2} \text{Var} \left(\log \frac{(1+\pi_{ki}^*)^\alpha}{1-\pi_{yi}^*} \right)$$

具体而言,中国对数全要素生产率的理论上限接近于 $\frac{1}{\sigma-1} \int A_i^{\sigma-1} di - \frac{\sigma}{2} \text{Var} \left(\log \frac{(1+\pi_{ki}^*)^\alpha}{1-\pi_{yi}^*} \right)$ 。而在假设美国资本足够充裕的情况下美国对数全要素生产率的理论上限为 $1/(\sigma-1) \int A_i^{\sigma-1} di$, 两者之间的差别是由要素替代非对称性在不同要素禀赋条件下是否形成紧约束所决定的。中国在实际情况下与对应禀赋结构条件下的最优资源配置基准点之间的差距在理论上就应该低于谢和克列诺(2009)所估算的结果,因为后者没有考虑禀赋结构在不同发展阶段的异质性,而且没有考虑要素替代的非对称性约束。我们需要对中国全要素生产率与最优配置上限的距离重新进行测算。结果如表8所示,克服所有资源错配后中国的全要素生产率会达到实际水平的165%~185%。

由于美国处于资本非常充裕的发展阶段,要素替代非对称性的影响相对较小,因此我们对于美国的实际情况与完美理想情况的距离值不做调整^⑦。结合中国和美国各自与完美理想情况的距离差异,我们可以估计出中美要素资源配置效率的差异。结果如表9所示在1998年,相较于美国1997年的效率水平而言,减少资源错配对中国经济效率带来的提升约28%(183%/143%),到2005年这一比例降低到15%(165%/143%),远低于

表7 剔除要素替代非对称性影响后的对数全要素生产率收益方差对比

中国	1998年	2001年	2005年
$S.D.(\sigma_{adj})$	0.74	0.68	0.63
$S.D.(\sigma_{adj})$	0.62	0.59	0.54
美国	1977年	1987年	1997年
$S.D.$	0.45	0.41	0.49

注:谢和克列诺(2009)将中国1998年、2001年、2005年的资源配置情况与美国1997年进行对比。为了方便,我们沿用这一对照方式。

数据来源:中国的 $S.D.(\sigma_{adj})$ 与美国的 $S.D.$ 数据来自谢和克列诺(2009)。

表8 考虑要素替代非对称的内生影响后中国和美国全要素生产率提升空间对比

年份	1998年	2001年	2005年	1997年
logTFPR 标准差	0.74	0.68	0.63	0.49
达到内生最优配置后 TFP 提高	83%	75%	65%	43%

注:美国数据来自于谢和克列诺(2009)。

表9 相较于美国1997年水平,减少资源错配对中国全要素生产率的提升

	1998	2001	2005
本文测算结果	28%	22%	15%
谢和克列诺(2009)结果	51%	37%	31%

谢和克列诺(2009)的估计值30%~50%。此外,资源错配对中国全要素生产率的影响较小并不意味着中国缺乏全要素生产率提高的空间,而是说明资源错配对中国全要素生产率的影响是有限的,还有很多内生的全要素生产率增长空间来自于资本的积累和要素禀赋结构的变化。

七、生产函数的微观基础

在前文中生产函数(3)式是外生给定的,在这一部分,我们参考琼斯(2005),进而提供一个可以内生推导出该生产函数形式的微观基础。

考察以下最基础的微观情形:假设每一个任务的生产需要投入劳动和资本两种要素,而完成该项生产有若干种可以选择的技术,每种生产技术代表着一种特定比例的要素组合方式,即企业在特定技术下的微观生产函数为:

$$\tilde{f}(A, B, K, L) = \min\{AK, BL\} \quad (32)$$

其中, (A, B) 代表企业选择的生物技术, K 代表资本, L 代表劳动。生产技术 (A, B) 代表着该技术的要素投入偏向以及要素的单位产出上界:

$$\frac{\tilde{f}}{L} = B \min\left\{\frac{AK}{BL}, 1\right\} \leq B, \quad \frac{\tilde{f}}{K} = A \min\left\{1, \frac{BL}{AK}\right\} \leq A \quad (33)$$

(33)式中的两个不等式说明, A 代表资本(如机械设备)赋予劳动力要素的生产率上限, B 代表劳动力要素赋予资本要素的生产率上限。 A 越大, 每单位设备所需的有效劳动力越少; B 越大, 则每单位劳动力所需投入的资本设备越少。企业需要从一个包含所有可行技术的集合中选择最合适的技术。生产活动的技术选择范围是有约束的, 例如在CPU芯片的生产中, 由于客观物理属性的约束, 我们只能借助高精度的仪器设备(例如光刻机), 而操作这些昂贵的设备所需的劳动力是非常有限的, 即在光刻任务中使用的技术中单位劳动力使用的资本非常高, 因此技术特性使得 B/A 下限较高; 另一方面自动化技术的发展使得 B/A 的可能性上限非常高。基于以上观察, 我们假设技术选择范围需满足如下约束条件:

$$H(A, B) \equiv A^{\tilde{\alpha}} B^{\tilde{\beta}} \leq N \quad (34)$$

$$\frac{B}{A} \geq \frac{1}{\Gamma} \quad (35)$$

其中(34)式说明生产技术在要素的生产率之间存在权衡取舍, 即有些生产技术的资本要素生产率相对较高, 而另外一些生产技术的劳动力要素生产率相对较高。这体现了劳动和资本之间存在一定替代性^⑧。 N 衡量产业在该生产环节的整体技术水平, 它可以随时间变化, 而且在不同产业或者不同生产环节存在差异。(35)式代表生产任务对技术选择范围的约束。阿西莫格鲁(2003)以及琼斯(2005)等都曾指出从长期来看经济发展中的技术进步主要是劳动偏向型的进步, 即函数中的 B 不断增长, 而 A 相对稳定, 这与 A/B 存在上界的约束也是一致的。该条件也决定了资本和劳动之间的替代性是非对称的。同时满足(34)式与(35)式的所有技术组合的集合可见图5, 即位于纵轴右边、曲线左边与虚直线上边的区域。这可以直观地体现备选技术分布的特点。

需要说明的是, 不同生产任务所使用的技术也有非常大的区别, 例如在汽车产业中, 冲压环节需要用到重型冲压设备, 这是人力所无法替代完成的, 因此所使用的技术往往都是资本密集型的技术, 即 $1/\Gamma$ 较大; 喷涂、焊接、总装环节所使用的技术具有非常广泛的选择空间, 既可以选择资本密集的自动化技术, 也可以选择劳动力密集的人工方式, 即 $1/\Gamma$ 较小。

全局生产函数代表着在给定要素投入的情况下, 企业自由地从备选集合中选择生产技术 (A, B) 以实现最大化产出(32), 而 (A, B) 需满足(34)式和(35)式。因此全局生产函数在本质上取决于备选生产技术的分布, 而不是在特定技术下的微观生产函

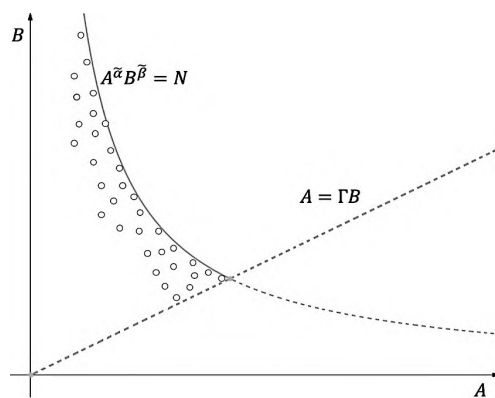


图5 微观生产函数与可用技术集合

数。求解这一优化问题,我们可以内生推导得出(3)式的生产函数,即:

$$f(K,L)=\begin{cases} AK^\alpha L^{1-\alpha}, & \text{if } K > \gamma L \\ A\gamma^\alpha \min\left\{\frac{K}{\gamma}, L\right\}, & \text{if } K \leq \gamma L \end{cases}$$

其中 $\alpha = \tilde{\alpha}/(\tilde{\alpha} + \tilde{\beta})$, $1 - \alpha = \tilde{\beta}/(\tilde{\alpha} + \tilde{\beta})$, $A = N^{1/(\tilde{\alpha} + \tilde{\beta})}$, $\gamma = 1/\Gamma$ 。

证明过程请见《管理世界》网络发行版附录。

八、结论与启示

现有的资源配置效率的文献对于全要素生产率的分析存在着严重局限,没有考虑由于要素禀赋结构的差异导致要素之间替代的非对称性在不同发展阶段对资源配置可能产生的影响。本文根据经验事实提出要素替代非对称性的理论概念,并对其进行严谨的数理刻画,论证了在经济的不同发展阶段,由于要素禀赋结构的不同,最优的要素资源配置亦存在内生的差异。本文证明,即使不存在外部市场扭曲,资本相对短缺的欠发达经济体的全要素生产率收益方差理论上亦会大于资本相对充裕的发达经济体,这是因为前者中有更多的企业受到要素替代非对称性的紧约束,但这并不代表该欠发达经济体相对于自身发展阶段而言存在市场扭曲导致的要素配置的非效率。如果按照现有文献那样以发达经济体的方差作为参照系,通过政策干预来降低这种内生的方差,则反而会带来经济效率的损失。

我们利用中国工业企业的数据定量评估要素替代非对称性对中国企业的资源配置所产生的影响。研究发现,当剔除了在对要素禀赋结构条件下由于要素替代非对称性约束导致的全要素生产率收益的方差之后,剩余的由市场扭曲所导致的方差值要显著低于谢和克列诺(2009)的对应估计值。这说明资源错配对中国全要素生产率的影响是有限的,还有很多内生的全要素生产率增长空间来自资本的积累和要素禀赋结构的变化。

本文的理论贡献主要在于将发展阶段和要素替代不对称性引入资源配置的研究中,并且提出发展阶段对要素资源配置的内生影响。同时,本文提出了度量不同发展阶段经济体的资源配置效率的方法,这对于我们准确理解给定发展阶段下的经济运行效率具有重要意义。

关于未来可以拓展的研究问题,首先可以考虑继续拓展本文既有分析的边界。例如,本文只讨论了资本与劳动两种要素总体的替代非对称性,未来可以进一步引入劳动力的异质性,即不同人力资本水平的劳动力可能对资本的替代边界是不同的。其次可以考虑将本文所讨论的要素替代非对称性这一理论创新应用在不同研究方向上。例如,在讨论制度改革效果尤其是对资源配置的影响时,我们应当首先将方差中由于相应发展阶段下要素替代非对称性等客观技术因素导致的部分剥离出来。从动态上,跨期资本积累会放松要素替代非对称性的影响进而使要素生产率的方差内生地减少,当政策研究涉及跨期资源配置效率的比较时,因此可以参考本文方法剥离出这种内生影响以重新评估制度改革的影响。

本文对现实政策也有启示意义。首先,一个产业可能有很长产业链和许多中间品环节,不同环节技术特点与资本密集度存在巨大差异,不同地区的禀赋结构和比较优势也存在差异,为提高资源配置效率,我们要持续优化产业链布局,不同区域要进一步发挥各自比较优势,加强地区间分工协作,进一步破除地方保护和市场分割,降低商品流通成本,促进商品在更大范围内顺畅流动,促进产业链在不同区域之间实现更有效率的配置,使得不同地区之间形成优势互补、协同并进的良好局面。

其次,要持续扩大对外开放,对那些生产中受到要素替代非对称约束、本土化生产还不符合比较优势的中间品,可以通过利用国际市场、采用进口的方式来获取。面对美国单边发起的贸易战,我们要更加积极地寻求其他国家市场的有利条件(如欧洲、日韩、东盟等),使得本土要素资源能配置在最具有比较优势的产业及生产环节,从而实现生产效率最大化。

最后,近年来贸易保护主义与地缘政治风险等因素带来严重影响,要素替代非对称性极强的、技术前沿

的、资本密集型的少部分产品(如芯片、光刻机等)进口受到严重限制,我们需要对这样的关键部门给予更多财政税收优惠、金融扶持、研发补贴等政策支持,在实现本土化生产的过程中要保障充分的资本要素支持,这种倾向性支持不是传统文献认为的“资源错配”,而是对技术瓶颈限制的有效缓解。此外,贸易保护主义抬头也会使我国劳动密集型产业出口受阻,抬高资本—劳动相对价格,短期内使部分产业面临的要素替代非对称性约束更加严重,在对这些产业给予进一步政策支持的同时,需要扩大内需,大力提振消费、提高投资效益,提升资源配置和整体生产效率^⑨。

(作者单位:北京大学新结构经济学研究院)

注释

①企业的资本收入=营业盈余+固定资产折旧+生产税净额。

②劳动报酬包括应付工资总额、应付福利费总额、劳动失业保险三部分。

③我们尝试仅使用非国有企业样本来估计产业的要素替代弹性以避免国有企业预算软约束问题,这样得到的要素替代弹性与要素相对价格的回归结果依然是一致且显著的。

④为了便于直观分析我们也假设 $\gamma(i)$ 为简单函数,对于更为一般的函数,我们可以借鉴实分析和测度论的方法进行分析,即用简单分段函数去逼近一般函数,其结论是一致的。

⑤此外需要强调的是,这里我们假设封闭经济体,因此无法通过从外部进口部分中间品来代替自主生产。现实中,确实也会因为诸如软硬件基础设施约束等因素导致交易成本过高,致使进口替代并不总是有效可行。例如,在一个发展中国家,汽车生产规模足够大时,进口冲压成型的外壳钢材就不如自己购买资本密集的模具和冲压设备将钢板冲压成型,虽然这样会增加要素生产率方差。对于开放经济环境中要素替代非对称性问题,我们计划将来撰写专文深入研究。

⑥我们也进一步尝试了将地级市按照工资水平划分为5个组别(按照20分位数、40分位数、60分位数、80分位数),虽然细化工资组别会导致每一组样本点大量减少从而使替代弹性估计值的显著性降低,但结论仍是一致的。

⑦作者整理了法国2009年的企业层面数据,发现法国各产业的要素替代弹性几乎不随要素价格变化,即法国几乎不受要素替代非对称性的紧约束。因此合理推测美国作为发达国家也几乎不受到要素替代非对称性的紧约束。

⑧CD的函数形式的假设来自琼斯(2005),如果进一步将 H 一般化为CES加总函数(替代弹性为 σ_1),那么不难证明全局生产函数也是CES函数(替代弹性 $\sigma_2=2-1/\sigma_1$)。

⑨中外文人名(机构名)对照:霍尔(Hall);琼斯(Jones);雷斯图恰(Restuccia);罗格森(Rogerson);谢(Hsieh);克列诺(Klenow);米德根(Midrigan);徐(Xu);摩尔(Moll);阿斯克(Asker);阿西莫格鲁(Acemoglu);博俊(Boldrin);林(Lin);鞠(Ju);霍彭哈恩(Hopenhayn);布尼亚(Buena);大卫(David);皮特(Peters);萨巴斯(Ziebarth);希克斯(Hicks);阿伦(Allen);瑞文卡(Revankar);萨托(Sato);霍夫曼(Hoffman);卡齐(Kazi);奥博菲尔德(Oberfield);拉瓦尔(Raval);勃兰特(Brandt);阿特金森(Atkinson);斯蒂格利茨(Stiglitz)。

参考文献

- (1)陈诗一、陈登科:《中国资源配置效率动态演化——纳入能源要素的新视角》,《中国社会科学》,2017年第4期。
- (2)陈晓玲、连玉君:《资本—劳动替代弹性与地区经济增长——德拉格—德维尔假说的检验》,《经济学(季刊)》,2012年第1期。
- (3)龚关、胡关亮:《中国制造业资源配置效率与全要素生产率》,《经济研究》,2013年第4期。
- (4)纪洋、谭语嫣、黄益平:《金融双轨制与利率市场化》,《经济研究》,2016年第6期。
- (5)林毅夫:《新结构经济学》,北京大学出版社,2012年。
- (6)林毅夫、刘明兴、章奇:《政策性负担与企业的预算软约束:来自中国的实证研究》,《管理世界》,2004年第8期。
- (7)聂辉华、江艇、杨汝岱:《中国工业企业数据库的使用现状和潜在问题》,《世界经济》,2012年第5期。
- (8)沈春苗、郑江淮:《中国制造业劳动收入份额变化:宏观替代弹性视角》,《经济研究》,2022年第5期。
- (9)谭语嫣、谭之博、黄益平、胡永泰:《僵尸企业的投资挤出效应:基于中国工业企业的证据》,《经济研究》,2017年第5期。
- (10)王勇、沈仲凯:《禀赋结构、收入不平等与产业升级》,《经济学(季刊)》,2018年第2期。
- (11)习近平:《发展新质生产力是推动高质量发展的内在要求和重要着力点》,《求是》,2024年第11期。
- (12)尹恒、李世刚:《资源配置效率改善的空间有多大——基于中国制造业的结构估计》,《管理世界》,2019年第12期。
- (13)余海跃、康书隆:《地方政府债务扩张、企业融资成本与投资挤出效应》,《世界经济》,2020年第7期。
- (14)朱喜、史清华、盖庆恩:《要素配置扭曲与农业全要素生产率》,《经济研究》,2011年第5期。
- (15)Acemoglu, D., 2003, “Labor- and Capital-Augmenting Technical Change”, *Journal of the European Economic Association*, 1(1), pp.1~37.
- (16)Allen, R. G. D., 1956, *Mathematical Analysis for Economists*, London: Macmillan.
- (17)Asker, J., Collard-Wexler, A. and De Loecker, J., 2014, “Dynamic Inputs and Resource (Mis) Allocation”, *Journal of Political Economy*, 122(5), pp.1013~1063.
- (18)Atkinson, A. B. and Stiglitz, J. E., 1969, “A New View of Technological Change”, *Economic Journal*, 79(315), pp.573~578.
- (19)Boldrin, M., Levine, D. K., Wang, Y. and Zhu, L., 2024, “A Theory of the Dynamics of Factor Shares”, *Journal of Monetary Economics*, 148, No.103610.
- (20)Brandt, L., Biesebroeck, J. V. and Zhang, Y., 2014, “Challenges of Working with the Chinese NBS Firm-level Data”, *China Economic Review*, 30, pp.339~352.

- (21) Buera, F. J., Kaboski, J. P. and Shin, Y., 2011, "Finance and Development: A Tale of Two Sectors", *American Economic Review*, 101(5), pp.1964~2002.
- (22) David, J. M., Hopenhayn, H. A. and Venkateswaran, V., 2016, "Information, Misallocation, and Aggregate Productivity", *Quarterly Journal of Economics*, 131(2), pp.943~1006.
- (23) Hall, R. E. and Jones, C. I., 1999, "Why do Some Countries Produce So Much More Output Per Worker than Others?", *Quarterly Journal of Economics*, 114(1), pp.83~116.
- (24) Hicks, J. R., 1948, *The Theory of Wages*, New York: Peter Smith.
- (25) Hopenhayn, H. and Rogerson, R., 1993, "Job Turnover and Policy Evaluation: A General Equilibrium Analysis", *Journal of Political Economy*, 101(5), pp.915~938.
- (26) Hsieh, C. T. and Klenow, P. J., 2009, "Misallocation and Manufacturing TFP in China and India", *Quarterly Journal of Economics*, 124(4), pp.1403~1448.
- (27) Jones, C. I., 2005, "The Shape of Production Functions and the Direction of Technical Change", *Quarterly Journal of Economics*, 120(2), pp.517~549.
- (28) Ju, J., Lin, J. Y. and Wang, Y., 2015, "Endowment Structures, Industrial Dynamics, and Economic Growth", *Journal of Monetary Economics*, 76, pp.244~263.
- (29) Kazi, U. A., 1980, "The Variable Elasticity of Substitution Production Function: A Case Study for Indian Manufacturing Industries", *Oxford Economic Papers*, 32(1), pp.163~175.
- (30) Lin, J. Y., 2011, "New Structural Economics: A Framework for Rethinking Development", *World Bank Research Observer*, 26(2), pp.193~221.
- (31) Midrigan, V. and Xu, D. Y., 2014, "Finance and Misallocation: Evidence from Plant-Level Data", *American Economic Review*, 104(2), pp.422~458.
- (32) Moll, B., 2014, "Productivity Losses from Financial Frictions: Can Self-Financing Undo Capital Misallocation", *American Economic Review*, 104(10), pp.3186~3221.
- (33) Oberfield, E. and Raval, D., 2021, "Micro Data and Macro Technology", *Econometrica*, 89(2), pp.703~732.
- (34) Peters, M., 2020, "Heterogeneous Markups, Growth, and Endogenous Misallocation", *Econometrica*, 88(5), pp.2037~2073.
- (35) Restuccia, D. and Rogerson, R., 2008, "Policy Distortions and Aggregate Productivity with Heterogeneous Plants", *Review of Economic Dynamics*, 11(4), pp.707~720.
- (36) Revankar, N. S., 1971, "A Class of Variable Elasticity of Substitution Production Functions", *Econometrica*, 39(1), pp.61~71.
- (37) Sato, R. and Hoffman, R. F., 1968, "Production Functions with Variable Elasticity of Factor Substitution: Some Analysis and Testing", *Review of Economic Statistics*, 50(4), pp.453~460.
- (38) Ziebarth, N. L., 2013, "Are China and India Backward? Evidence from the 19th Century U.S. Census of Manufactures", *Review of Economic Dynamics*, 16(1), pp.86~99.

Asymmetry in Factor Substitution and Resource Allocation Efficiency

Lin Yifu, Wang Yong, Yue Weizheng and Zhu Lijun

(Institute of New Structural Economics, Peking University)

Abstract: The existing literature on resource misallocation takes the resource allocation of the United States as the benchmark and argues that developing countries such as China and India have serious misallocation. However, this literature has serious limitations, assuming that the substitution between different production factors is symmetric. Based on empirical observations, this paper proposes a new theoretical concept of asymmetry in factor substitution, pointing out that capital can always substitute labor but the reverse is not necessarily true. We prove that even if there is no distortion in the factor market, the constraint of asymmetry in factor substitution can lead to the variance of the marginal productivity of factors across firms in capital-scarce developing economies and capital-abundant developed economies. If we follow the suggestions of this literature by using external interventions to forcibly reduce this endogenous variance, it would actually result in further loss in allocation efficiency for developing economies. Using Chinese manufacturing enterprise data, we verify the key predictions of our model. In our structural estimation, after controlling the potential effect of asymmetry in factor substitution, we recalculate the difference in factor resource allocation efficiency between China and the United States. We find that this gap is significantly smaller than that in the existing literature. Our paper innovatively identifies the endogenous impact of development stages on factor allocation and proposes a method to measure resource allocation efficiency across economies at different development stages, providing valuable insights into understanding economic efficiency within a given development stage.

Keywords: resource allocation; endowment structure; asymmetry in factor substitution; factor substitution elasticity

Asymmetry in Factor Substitution and Resource Allocation Efficiency

Lin Yifu, Wang Yong, Yue Weizheng and Zhu Lijun

(Institute of New Structural Economics, Peking University)

Summary: The existing literature on resource misallocation takes the resource allocation of the United States as the benchmark and argues that developing countries such as China and India have serious misallocation. If the resource allocation efficiency reaches the American standard, the total factor productivity would be greatly improved (Hsieh and Klenow, 2009). However, this literature has serious limitations, assuming that the substitution between different production factors is symmetric.

This paper proposes a new theoretical concept of asymmetry in factor substitution, pointing out that capital can always substitute labor, but the reverse is not necessarily true. This paper first mathematically characterizes this concept, and then constructs an economic model to study how this technical characteristic affects the allocation of resources under different development stages where the factor endowment structure has different degrees of capital and labor abundance. We prove that even if there is no distortion in the factor market, the constraint of asymmetry in factor substitution will cause the variance in the marginal productivity of factors across firms in developing economies with relatively scarce capital being greater than the variance in developed economies with relatively abundant capital. If we follow the suggestions of this literature by using external interventions to forcibly reduce this endogenous variance, it would actually result in further loss in allocation efficiency for developing economies.

We use Chinese manufacturing enterprise data to quantitatively assess the impact of factor substitution asymmetry on the resource allocation of Chinese enterprises. We find that after eliminating the variance of log TFPR caused by the constraints of factor substitution asymmetry, the remaining variance caused by potential market distortions is significantly lower than the corresponding estimated value of Hsieh and Klenow (2009). It shows that the impact of resource misallocation on China's TFP is limited, and there is still a lot of endogenous TFP growth potential from capital accumulation and changes in the factor endowment structure. The theoretical contributions of this paper are as follows: First, we are the first to introduce the development stage and factor substitution asymmetry into the study of resource allocation and propose the endogenous impact of the development stage on factor resource allocation. Second, this paper proposes a method to measure resource allocation efficiency across economies at different development stages, offering critical insights into understanding economic efficiency within a given development stage.

This paper also has implications for policies. First, there are huge differences in asymmetric factor substitution among different links in value chains, and differences also exist in the endowment structures of different regions. We need to optimize the value chain layout, further break down local protectionism and market segmentation, reduce the costs of commodity circulation to improve the efficiency of allocation.

Second, we should expand opening up. For those intermediate goods whose production is subject to the constraints of asymmetric factor substitution and does not conform to the local comparative advantage, most of them can be obtained via international market and imports. So domestic factor resources can be allocated to industries and production links with the greatest comparative advantages, thus maximizing production efficiency.

Finally, in recent years, trade protectionism and geopolitical risks have had a serious impact. The imports of a small number of products that are highly subject to factor substitution asymmetry and capital intensive have been severely restricted. We need to provide more policy support such as financial support, and R&D subsidies to such key sectors. This preferential support is not the so-called "resource misallocation" as believed in traditional literature, but an effective alleviation of technological bottlenecks.

Keywords: resource allocation; endowment structure; asymmetry in factor substitution; factor substitution elasticity

JEL Classification: D24, E23, O11, O33

附录 1

引理 1 证明:

1. 在给定要素价格的情况下, 中间品的边际成本与价格

$$\min_{K_i, L_i} AC_i = rK_i + wL_i$$

$$\text{s.t. } Y_i = f(K_i, L_i) = \begin{cases} A_i K_i^\alpha L_i^{1-\alpha}, & \text{if } K_i > \gamma_i L_i \\ A_i \gamma_i^\alpha \min\left(\frac{K_i}{\gamma_i}, L_i\right), & \text{if } K_i \leq \gamma_i L_i \end{cases} \quad (\text{A1})$$

$$\text{得到 } AC_i = \begin{cases} \frac{Y_i}{A_i} \left(\frac{r}{\alpha}\right)^\alpha \left(\frac{w}{1-\alpha}\right)^{1-\alpha}, & \text{if } K_i > \gamma_i L_i \\ \frac{Y_i}{A_i} \left(\frac{w}{\gamma_i^\alpha} + r\gamma_i^{1-\alpha}\right), & \text{if } K_i \leq \gamma_i L_i \end{cases}, \text{ 因此}$$

$$MC_i = \begin{cases} \frac{1}{A_i} \left(\frac{r}{\alpha}\right)^\alpha \left(\frac{w}{1-\alpha}\right)^{1-\alpha}, & \text{if } K_i > \gamma_i L_i \\ \frac{1}{A_i} \left(\frac{w}{\gamma_i^\alpha} + r\gamma_i^{1-\alpha}\right), & \text{if } K_i \leq \gamma_i L_i \end{cases} \quad (\text{A2})$$

即正文中的(7)式。

中间品企业的利润为 $P_i Y_i - rK_i - wL_i = (P_i - MC_i)Y_i$, 因此目标函数可以改写为:

$$\pi_i = \max_{P_i} (P_i - MC_i)Y_i$$

$$\text{s.t.: } P_i = P \left(\frac{Y_i}{Y}\right)^{\frac{1}{\sigma}} \quad (\text{A3})$$

易得:

$$P_i = \frac{\sigma}{\sigma-1} MC_i = \begin{cases} \frac{\sigma}{\sigma-1} \frac{1}{A_i} \frac{r}{\alpha} \gamma_i^{1-\alpha}, & \text{for } K_i > \gamma_i L_i \\ \frac{\sigma}{\sigma-1} \frac{1}{A_i} \frac{r}{\alpha} \gamma_i^\alpha (\alpha \gamma_i + (1-\alpha) \gamma_i), & \text{for } K_i \leq \gamma_i L_i \end{cases} \quad (\text{A4})$$

2. 边际回报分析

$$f(K_i, L_i) = \begin{cases} A_i K_i^\alpha L_i^{1-\alpha}, & \text{if } K_i > \gamma_i L_i \\ A_i \gamma_i^\alpha \min\left(\frac{K_i}{\gamma_i}, L_i\right), & \text{if } K_i \leq \gamma_i L_i \end{cases} = \begin{cases} A_i K_i^\alpha L_i^{1-\alpha}, & \text{if } K_i > \gamma_i L_i \\ A_i \gamma_i^{\alpha-1} K_i, & \text{if } K_i \leq \gamma_i L_i \end{cases} \quad (\text{A5})$$

$$P_i Y_i = P Y_i^{\frac{1}{\sigma}} Y_i^{1-\frac{1}{\sigma}} \quad (\text{A6})$$

$$MRPK_i = \frac{\partial P_i Y_i}{\partial K_i} = \begin{cases} \alpha \frac{\sigma-1}{\sigma} \frac{P_i Y_i}{K_i}, & \text{if } K_i > \gamma_i L_i \\ \frac{\sigma-1}{\sigma} \frac{P_i Y_i}{K_i}, & \text{if } K_i \leq \gamma_i L_i \end{cases} \quad (\text{A7})$$

$$MRPL_i = \frac{\partial P_i Y_i}{\partial L_i} = \begin{cases} (1-\alpha) \frac{\sigma-1}{\sigma} \frac{P_i Y_i}{L_i}, & \text{if } K_i > \gamma_i L_i \\ 0, & \text{if } K_i \leq \gamma_i L_i \end{cases} \quad (\text{A8})$$

若 $K_i > \gamma_i L_i$, 则有 $MRPK_i = \alpha \frac{\sigma-1}{\sigma} \frac{P_i Y_i}{K_i} = r$, $MRPL_i = (1-\alpha) \frac{\sigma-1}{\sigma} \frac{P_i Y_i}{L_i} = w$ 。因此在最优生产决策下:

$$K_i > \gamma_i L_i \Leftrightarrow \frac{\alpha w}{(1-\alpha)r} > \gamma_i \quad (\text{A9})$$

若 $\frac{\alpha w}{(1-\alpha)r} \leq \gamma_i$, 则有 $K_i \leq \gamma_i L_i$ 。结合生产函数易知, 在最优生产决策下:

$$\frac{\alpha w}{(1-\alpha)r} \leq \gamma_i \Leftrightarrow K_i \leq \gamma_i L_i \Leftrightarrow K_i = \gamma_i L_i \quad (\text{A10})$$

因此, 在给定要素价格的情况下, 易知

$$f(K_i, L_i) = \begin{cases} A_i K_i^\alpha L_i^{1-\alpha}, & \text{if } \frac{\alpha w}{(1-\alpha)r} > \gamma_i \\ A_i \gamma_i^{\alpha-1} K_i, & \text{if } \frac{\alpha w}{(1-\alpha)r} \leq \gamma_i \end{cases} \quad (\text{A11})$$

$$MC_i = \begin{cases} \frac{1}{A_i} \left(\frac{r}{\alpha}\right)^\alpha \left(\frac{w}{1-\alpha}\right)^{1-\alpha}, & \text{if } \frac{\alpha w}{(1-\alpha)r} > \gamma_i \\ \frac{1}{A_i} \left(\frac{w}{\gamma_i^\alpha} + r\gamma_i^{1-\alpha}\right), & \text{if } \frac{\alpha w}{(1-\alpha)r} \leq \gamma_i \end{cases} \quad (\text{A12})$$

将(A9)(A10)代入(A7)(A8)可得: 若 $\frac{\alpha w}{(1-\alpha)r} > \gamma_i$, $MRPK_i = r$, $MRPL_i = w$ 。若 $\frac{\alpha w}{(1-\alpha)r} \leq \gamma_i$, 则:

$$MRPK_i^* = \alpha \frac{\sigma-1}{\sigma} \frac{P_i Y_i}{K_i} = r \left(\alpha + (1-\alpha) \frac{\gamma_i}{\gamma_i} \right) \quad (\text{A13})$$

$$MRPK_i = \frac{\sigma-1}{\sigma} \frac{P_i Y_i}{K_i} = \frac{r}{\alpha} \left(\alpha + (1-\alpha) \frac{\gamma_i}{\gamma_i} \right) \quad (A14)$$

$$MRPL_i = (1-\alpha) \frac{\sigma-1}{\sigma} \frac{P_i Y_i}{L_i} = w \frac{\alpha \gamma_i + (1-\alpha) \gamma_i}{\gamma_i} \quad (A15)$$

$$MRPL_i^* = 0 \quad (A16)$$

定义 $\gamma_i = \frac{\alpha w}{(1-\alpha)r}$, 则得到引理 1 的结果。

引理 3 证明:

根据生产函数假设, 我们有 (即使生产函数是分段函数, 但是在最优决策条件下, 生产选择会处在等产量线上的 C-D 段以及 C-D 段的端点, 因此依然可以写成 C-D 形式)

$$K_i = \frac{Y_i}{A_i} \left(\frac{K_i}{L_i} \right)^{1-\alpha}, L_i = \frac{Y_i}{A_i} \left(\frac{K_i}{L_i} \right)^{-\alpha} \quad (A17)$$

$$P_i = P \left(\frac{Y_i}{Y_i} \right)^{\frac{1}{\sigma}} \quad (A18)$$

$$\frac{K_i}{L_i} = \begin{cases} \frac{\alpha}{1-\alpha} \frac{w}{r} \equiv \gamma_i, & \text{for } 0 \leq i \leq I \\ \gamma_i, & \text{for } I < i \leq 1 \end{cases} \quad (A19)$$

(A18) 式代入 (A17) 式可得:

$$K_i = \frac{P_i^{-\sigma}}{P_i^{-\sigma} A_i} \left(\frac{K_i}{L_i} \right)^{1-\alpha} \times Y_i, L_i = \frac{P_i^{-\sigma}}{P_i^{-\sigma} A_i} \left(\frac{K_i}{L_i} \right)^{-\alpha} \times Y_i \quad (A20)$$

那么在给定要素价格的情况下, 每个中间品企业的要素投入为 (用要素总量表示):

$$K_i = \frac{P_i^{-\sigma} \frac{1}{A_i} \left(\frac{K_i}{L_i} \right)^{1-\alpha}}{\int_0^1 P_i^{-\sigma} \frac{1}{A_i} \left(\frac{K_i}{L_i} \right)^{1-\alpha} di} K, L_i = \frac{P_i^{-\sigma} \frac{1}{A_i} \left(\frac{K_i}{L_i} \right)^{-\alpha}}{\int_0^1 P_i^{-\sigma} \frac{1}{A_i} \left(\frac{K_i}{L_i} \right)^{-\alpha} di} L \quad (A21)$$

K 和 L 分别代表该产业所投入的资本和劳动要素总量。那么根据每个企业自身的生产函数和产业最终品生产的设定, 我们可以得到该产业的总产出:

$$Y = \frac{P^{-\sigma} K^{\alpha} L^{1-\alpha}}{\left(\int_0^1 P_i^{-\sigma} \frac{1}{A_i} \left(\frac{K_i}{L_i} \right)^{-\alpha} di \right)^{1-\alpha} \left(\int_0^1 P_i^{-\sigma} \frac{1}{A_i} \left(\frac{K_i}{L_i} \right)^{1-\alpha} di \right)^{\alpha}} \quad (A22)$$

由此得到产业整体的 TFP。证毕。

定理 4 证明: 利用 Holder 不等式, 我们可以严格证明出当资本相对价格较高导致产业中部分中间环节受到要素替代非对称性紧约束时, 产业的全要素生产率会小于不受要素替代非对称性紧约束的情况, 即:

$$TFP \leq \frac{P^{-\sigma}}{\int P_i^{-\sigma} A_i^{-1} di} < \left(\int A_i^{\sigma-1} di \right)^{\frac{1}{\sigma-1}} \quad (A23)$$

定理 5 证明: 产业的总产出为:

$$\tilde{Y} = \left(\int_0^1 Y_i^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} di + \int_I^1 Y_j^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} dj \right)^{\frac{\sigma}{\sigma-1}} \equiv \left(\tilde{Y}_0^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} + \tilde{Y}_1^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right)^{\frac{\sigma}{\sigma-1}} \quad (A24)$$

其中: $\tilde{Y}_0 \equiv \left(\int_0^1 Y_i^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} di \right)^{\frac{\sigma}{\sigma-1}}$, $\tilde{Y}_1 \equiv \left(\int_I^1 Y_j^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} dj \right)^{\frac{\sigma}{\sigma-1}}$ 。我们这样处理是因为 $\tilde{Y}_0$ 内的中间品面临相同的要素价格 (扭曲), $\tilde{Y}_1$ 内的中间品面临相同的要素价格 (扭曲) 和要素替代非对称性的紧约束, 因此易得:

$$\tilde{Y}_0 = \tilde{A}_0 K_0^{\alpha} L_0^{1-\alpha}, \tilde{A}_0 = \left\{ \int_0^1 A_i^{\sigma-1} di \right\}^{\frac{1}{\sigma-1}} \quad (A25)$$

$$\tilde{Y}_1 = \tilde{A}_1 K_1^{\alpha} L_1^{1-\alpha}, \tilde{A}_1 = \left\{ \int_I^1 A_j^{\sigma-1} dj \right\}^{\frac{1}{\sigma-1}} \quad (A26)$$

$$K_0 + K_1 = K, L_0 + L_1 = L \quad (A27)$$

$$\frac{K_0}{L_0} = \frac{\alpha}{1-\alpha} \frac{w}{r(1+\tau_0)}, \frac{K_1}{L_1} = \gamma_1 \quad (A28)$$

$$P = \left(\int_0^1 P_i^{1-\sigma} di \right)^{\frac{1}{1-\sigma}} = \left(\tilde{P}_0^{1-\sigma} + \tilde{P}_1^{1-\sigma} \right)^{\frac{1}{1-\sigma}} \quad (A29)$$

我们下面证明 $\tilde{Y} < Y$, Y 代表不存在人为干预情况下的总产出 (即没有任何外在扭曲):

$$d\tilde{Y} = \tilde{Y}^{\frac{1}{\sigma}} \left(\tilde{Y}_0^{-\frac{1}{\sigma}} d\tilde{Y}_0 + \tilde{Y}_1^{-\frac{1}{\sigma}} d\tilde{Y}_1 \right) \quad (A30)$$

首先考虑不存在外部人为干预的情况, 该产业的总产出为 Y , 然后伴随着资本要素扭曲的引入, 即引入一个微小的 $\tau_0 > 0$, ($\exists \tau_1 < 0$, τ_1 , s.t. $K_0 + K_1 = K$), 生产要素会从 $\tilde{Y}_0$ 转移至 $\tilde{Y}_1$, $\tilde{Y}_0$ 会逐渐减少, $\tilde{Y}_1$ 会逐渐增加, 即 $d\tilde{Y}_0 < 0$, $d\tilde{Y}_1 > 0$, 并且要素的动态调整满足:

$$\begin{aligned} dK_1 + dK_0 &= 0, dL_0 + dL_1 = 0 \\ dK_0 &= \gamma dL_0 < 0, dK_1 = \gamma dL_1 > 0 \end{aligned} \quad (A31)$$

那么在此过程中,

$$\left(\frac{\tilde{Y}_0}{\tilde{Y}_1}\right)^{\frac{1}{\sigma}} = \frac{\tilde{P}_1}{\tilde{P}_0} = \frac{\tilde{A}_0}{\tilde{A}_1} \frac{w\gamma^{-\alpha} + (1+\tau_0)r\gamma^{1-\alpha}}{(1+\tau_0)^{\alpha} \left(\frac{r}{\alpha}\right)^{\alpha} \left(\frac{w}{1-\alpha}\right)^{1-\alpha}} < \frac{\tilde{A}_0}{\tilde{A}_1} (1-\alpha) \left(\frac{\alpha w}{(1-\alpha)r(1+\tau_0)\gamma}\right)^{\alpha} \left(\gamma \frac{r(1+\tau_0)}{w} + 1\right) = -\frac{d\tilde{Y}_0}{d\tilde{Y}_1} \quad (\text{A32})$$

$$\text{则有 } d\tilde{Y} = \tilde{Y}^{\frac{1}{\sigma}} \left(\tilde{Y}_0^{-\frac{1}{\sigma}} d\tilde{Y}_0 + \tilde{Y}_1^{-\frac{1}{\sigma}} d\tilde{Y}_1 \right) < 0。$$

由于上述不等式对任何 $\tau_0 > 0$ 都成立,那么说明从无外部干预的情况出发,伴随着扭曲的引入且保持要素市场出清, $\tilde{Y}$ 会不断下降,即有 $\tilde{Y} < Y$ 。由于要素总投入 K, L 是确定的,那么说明如果我们通过外部干预的方式降低产业内要素生产率的方差,产业总体的TFP会下降,经济效率会受损。因此,在存在紧的要素替代非对称性约束时(即资本要素较为短缺,资本相对价格较高时),不采取干预措施并保留一定的要素生产率的方差才是最有效的要素配置方式。证毕。

附录2

1. 劳动力异质性稳健型检验

正文中的图1和图2计算时直接使用了职工人数作为 L ,为了排除劳动力异质性的影响,接下来我们将考虑劳动力异质性,重新测试2007年工业企业人力资本投入,以做稳健性检验。

由于不同受教育程度的劳动力存在较大异质性,我们还参考了2004年的中国工业企业数据和中国城镇住户调查数据。2004年的中国工业企业数据包含了每家企业所雇佣的不同教育水平的职工人数,我们将受教育水平简单分为3档:“初中及以下”“高中(同等)学历”“大专及以上学历”。这样分类后的各类型受教育水平的职工总人数对应比例具有较好的可比性。分别计算各企业的3种类型职工人数,假设所有企业各类型劳动力数量的变化速率与社会总体同类型劳动力数量的变化速率一致,由此估计2007年企业的各类型劳动力比例,并将估计结果和2007年工企数据进行匹配(对于少部分无法匹配的企业,我们用行业平均水平来替代)。

附表1 社会总体各类型劳动力数量变化

各类型劳动力数量(万人)	2004年	2007年
初中及以下	13987	12311
高中(同等)学历	19024	20219
大专及以上学历	17623	21648

2007年中国城镇住户调查数据包含了当年微观居民层面的受教育水平以及他们的收入情况。假设各种类型劳动力的平均工资即反映了相应劳动力类型的人力资本水平(结果见下表),结合各企业不同受教育水平职工人数,我们可以计算所有企业的人力资本水平,记为 L^* 。

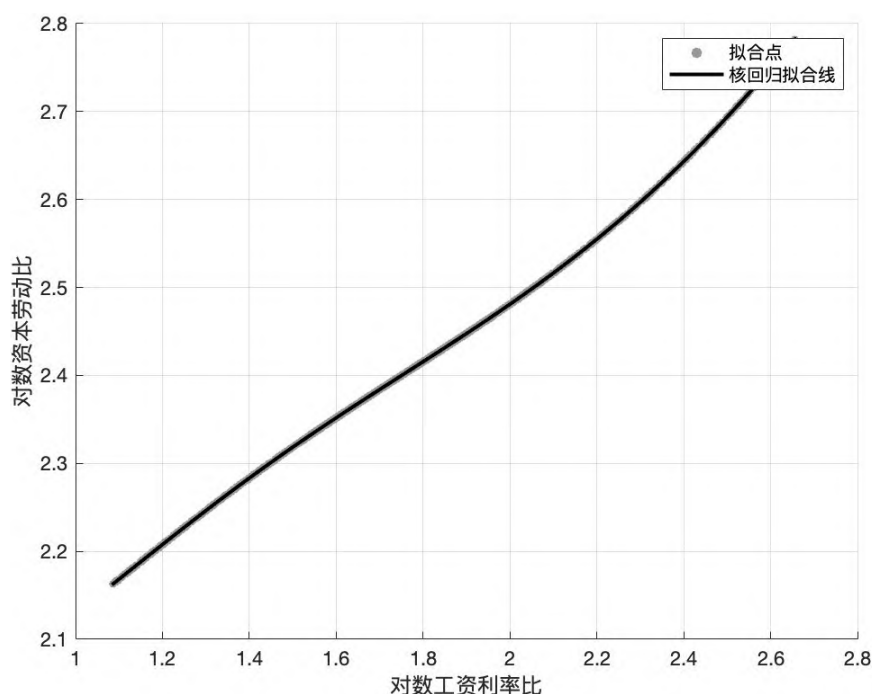
附表2 社会总体各类型劳动力相对工资水平

受教育水平	相对工资水平
初中及以下	1
高中(同等)学历	1.3
大专及以上学历	2.1

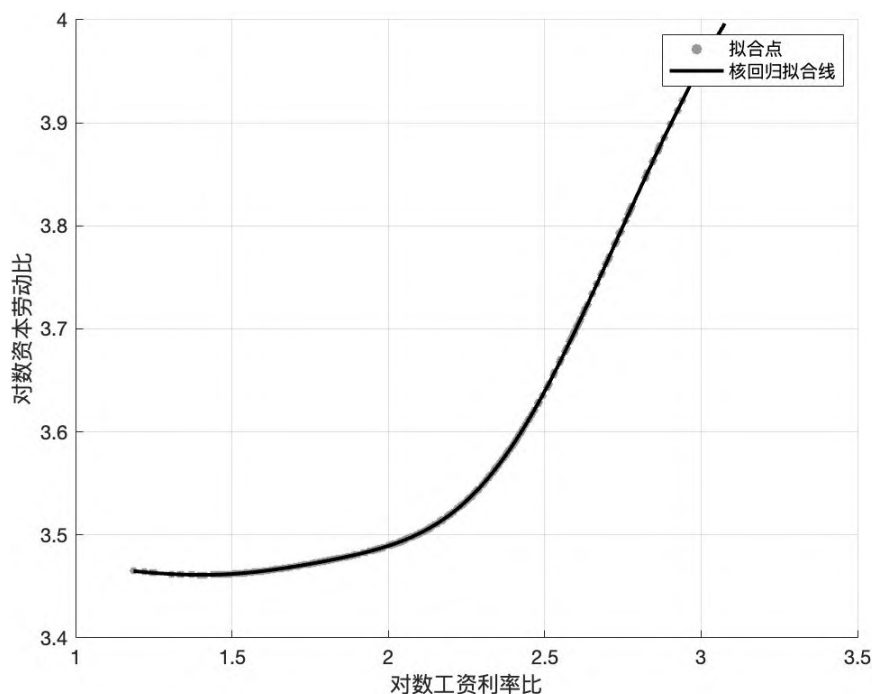
在资本投入 K 方面,我们和正文方法保持一致,即根据永续盘存法(勃兰特等,2014)计算产业中所有企业的实际资本投入,我们可以计算出调整后的资本劳动比 K/L^* 。

在劳动力要素价格方面,我们利用企业的薪酬支出以及前述计算的企业人力资本投入 L^* ,可以获得人力资本调整后的劳动力成本(即 w ,单位为千元/人)以及资本劳动比(即 K/L^* ,单位千元/人),在资本要素价格方面同样和正文保持一致,估计出2007年各城市的平均融资成本,以此代表企业的资本成本 r ,进一步地可以得到整个产业中所有规上企业的资本劳动比和要素相对价格之间的关系。调整之后我们重新刻画了资本劳动比 $d\ln K/L$ 和要素相对价格 $d\ln w/r$ 的关系,如附图1和附图2。

附图1和附图2是这两个产业的资本劳动比和要素相对价格的非参数拟合结果(仅保留拟合结果)。横轴为劳动/资本的要素相对价格的对数值 $\log w/r$,纵轴为资本劳动比的对数值 $\log K/L$ 。



附图1 “棉、化纤纺织加工”产业中企业的资本劳动比与要素相对价格的关系(非参数估计)



附图2 “钢压延加工”产业中企业的资本劳动比与要素相对价格的关系(非参数估计)

我们可以看到图示的特征和正文图1和图2是基本一致的。

2. 关于要素价格内生化的理论结果和数值展示

我们可以根据一般均衡的市场出清条件,写出要素相对价格 w/r 与要素禀赋结构 k/l 的关系。

根据(A17)(A18)(A19),我们可以知道在最优生产决策下,生产选择会处在等产量线上的C-D段以及C-D段的端点,因此依然可以写成C-D形式。由上式可得:

$$K_i = \frac{P_i^{-\sigma}}{P^{-\sigma}} \frac{1}{A_i} \left(\frac{K_i}{L_i} \right)^{1-\alpha} \times Y, L_i = \frac{P_i^{-\sigma}}{P^{-\sigma}} \frac{1}{A_i} \left(\frac{K_i}{L_i} \right)^{-\alpha} \times Y \quad (A33)$$

我们假设 γ_i 随 i 单调递增, $A_i=A$,并且经济中不存在任何外生扭曲。我们可以写出出清条件如下:

$$\frac{K}{L} = \frac{\int_0^1 \frac{P_i^{-\sigma}}{A_i} \left(\frac{K_i}{L_i} \right)^{1-\alpha} di}{\int_0^1 \frac{P_i^{-\sigma}}{A_i} \left(\frac{K_i}{L_i} \right)^{-\alpha} di} \quad (\text{A34})$$

若 $A_i=A$,并且经济中不存在任何外生扭曲,则有:

$$\frac{K}{L} = \frac{\alpha}{1-\alpha} \frac{I' \left[\left(\frac{w}{r} \right)^{1-\alpha} \right]^{\sigma} \left(\frac{w}{r} \right)^{1-\alpha} + \int_I^1 \left(\frac{w}{r\gamma_i^{\alpha}} + \gamma_i^{1-\alpha} \right)^{-\sigma} \left(\frac{1-\alpha}{\alpha} \gamma_i \right)^{1-\alpha} di}{I' \left[\left(\frac{w}{r} \right)^{1-\alpha} \right]^{\sigma} \left(\frac{w}{r} \right)^{-\alpha} + \int_I^1 \left(\frac{w}{r\gamma_i^{\alpha}} + \gamma_i^{1-\alpha} \right)^{-\sigma} \left(\frac{1-\alpha}{\alpha} \gamma_i \right)^{-\alpha} di} \quad (\text{A35})$$

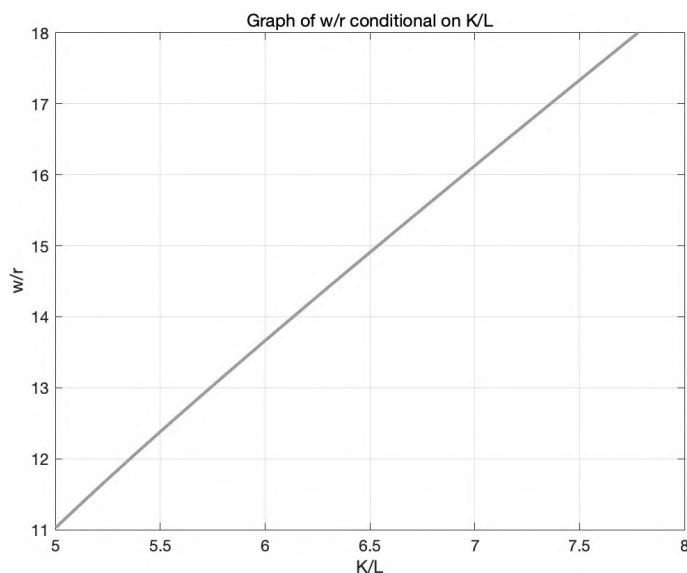
其中 I' 满足 $\gamma_{I'} = \frac{\alpha w}{(1-\alpha)r}$ 。以上方程确定了 w/r 关于 K/L 的隐函数,即正文公式(10)。

由于当 $i > I'$ 时, $\frac{w}{r\gamma_i^{\alpha}} + \gamma_i^{1-\alpha} > \left(\frac{r}{\alpha} \right)^{\alpha} \left(\frac{w}{1-\alpha} \right)^{1-\alpha}$,且 γ_i 随 i 单调递增,易知:

$$\frac{dI'}{d\left(\frac{K}{L}\right)} > 0 \quad (\text{A36})$$

并且根据 I' 的定义可知, $\frac{dI'}{d\left(\frac{w}{r}\right)} > 0$,因此我们容易证明 $\frac{d\left(\frac{w}{r}\right)}{d\left(\frac{K}{L}\right)} > 0$ 。

事实上我们可以通过简单的数值计算来体现这一点。我们简单地初始化 $\alpha=0, \sigma=2, \eta=4, \gamma_m=2$ 。为了能够刻画 γ_i (中间品企业 i 面临的要素替代边界约束, $i \in (0, 1)$ 服从帕累托分布的特征,我们可以假设 $f(i) = \gamma_m(1-i)^{-\frac{1}{\eta}}$,则若 i 服从 $[0, 1]$ 均匀分布,则 $f(i)$ 服从参数为 (γ_m, η) 的帕累托分布 a.s.(分布函数为 $P_X(X > a) = \left(\frac{a}{\gamma_m}\right)^{-\eta}$)。因此我们可以假设 $\gamma_i = \gamma_m(1-i)^{-\frac{1}{\eta}}, i \in (0, 1)$,这等同于 γ_i 服从参数为 (γ_m, η) 的帕累托分布。我们可以计算出要素价格和要素禀赋结构的数值关系。



附图3 禀赋结构与内生要素相对价格

由于无法写出 w/r 关于 K/L 的简明表达式,所以我们把要素价格作为理论分析的起点,这样有利于我们分析清楚企业的微观决策和要素替代非对称性影响内生要素配置的机制

3. 关于CES函数拓展

假设每一个任务的生产需要投入劳动和资本两种要素,而完成该项生产有若干种可以选择的技术,每种生产技术代表着一种特定比例的要素组合方式,即企业在特定技术下的微观生产函数为:

$$\tilde{f}(A, B, K, L) = \min\{AK, BL\} \quad (\text{A37})$$

其中 (A, B) 代表企业选择的生产技术, K 代表资本, L 代表劳动。我们假设技术选择范围需满足如下约束条件:

$$\left(A^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}} + \left(\frac{B}{\theta}\right)^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}}\right)^{\frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}} \leq Z \quad (\text{A38})$$

$$\frac{A}{B} \geq \underline{\gamma}_i \quad (\text{A39})$$

(A38)代表技术选择会受到当前总体生产效率水平前沿的边界约束,(A39)代表生产任务对生产技术的约束。对照在实践中, $\underline{\gamma}_i$ 反映了对机器设备的必要依赖程度,通常高精度生产任务的 $\underline{\gamma}_i$ 非常高。

$$y(i)=f_i(K_i,L_i)=\max_{(A,B)\in\Pi_i}\tilde{f}(A,B,K_i,L_i) \quad (\text{A40})$$

其中, Π_i 代表满足(A38)和(A39)的可行技术集。全局生产函数在本质上取决于大量备选生产技术的分布,而不是在特定技术下的微观生产函数。我们可以推导出:

$$f_i(K_i,L_i)=\begin{cases} N\left((\theta)^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}}+\left(\frac{1}{\underline{\gamma}_i}\right)^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}}\right)^{\frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}}\min\{\underline{\gamma}_iL_i,K_i\}, & \text{if } \frac{K_i}{L_i}<\underline{\gamma}_i \\ N\left((\theta K_i)^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}}+L_i^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}}\right)^{\frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}}, & \text{if } \underline{\gamma}_i\leq\frac{K_i}{L_i} \end{cases} \quad (\text{A41})$$

其中, $\frac{1}{\varepsilon}=2-\frac{1}{\varepsilon},\varepsilon>1$ 。在这样的情况下,

$$\frac{K_i}{L_i}=\begin{cases} \underline{\gamma}_i, & \text{if } \theta^{\varepsilon-1}\left(\frac{w}{r}\right)^{\varepsilon}<\underline{\gamma}_i \\ \theta^{\varepsilon-1}\left(\frac{w}{r}\right)^{\varepsilon}, & \text{if } \theta^{\varepsilon-1}\left(\frac{w}{r}\right)^{\varepsilon}\geq\underline{\gamma}_i \end{cases} \quad (\text{A42})$$

$$MC_i=\begin{cases} N^{-1}\left(\left(\underline{\gamma}_i\theta^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}}+1\right)^{\frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}}\left(\underline{\gamma}_ir+w\right)\right), & \text{if } \theta^{\varepsilon-1}\left(\frac{w}{r}\right)^{\varepsilon}<\underline{\gamma}_i \\ N^{-1}\left(\left(\frac{r}{\theta}\right)^{1-\varepsilon}+w^{1-\varepsilon}\right)^{\frac{1}{1-\varepsilon}}, & \text{if } \theta^{\varepsilon-1}\left(\frac{w}{r}\right)^{\varepsilon}\geq\underline{\gamma}_i \end{cases} \quad (\text{A43})$$

如果定义 $TFPR=N\times P_i$, 则有

$$TFPR_i\propto\begin{cases} \left(\left(\underline{\gamma}_i\theta^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}}+1\right)^{\frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}}\left(\underline{\gamma}_ir+w\right)\right)^{\frac{1}{\varepsilon}}, & \text{if } \theta^{\varepsilon-1}\left(\frac{w}{r}\right)^{\varepsilon}<\underline{\gamma}_i \\ \left(\left(\frac{r}{\theta}\right)^{1-\varepsilon}+w^{1-\varepsilon}\right)^{\frac{1}{1-\varepsilon}}, & \text{if } \theta^{\varepsilon-1}\left(\frac{w}{r}\right)^{\varepsilon}\geq\underline{\gamma}_i \end{cases} \quad (\text{A44})$$

因此,当生产函数一般化为CES时,要素替代非对称性同样会使不同中间品环节的TFPR出现差异。

4. 关于2007~2016年中国税调数据的实证检验

我们利用2007~2016年税调数据,只保留了制造业行业。和正文的检验方式相同,我们参考奥博菲尔德和拉瓦尔(2021)方法利用各年份、各行业的企业截面数据对细分行业的要素替代弹性进行估计。以四位码的制造业子产业 n_4 中的企业 i 在 y 年的资本劳动收入比 $(rK)_{in,y}/(wL)_{in,y}$ 为被解释变量,企业 i 所在地级市 c 在 t 年的劳动/资本要素相对价格 w_{iy}^c/r_{iy}^c 为核心解释变量,构建如下计量方程:

$$\log\frac{(rK)_{in,y}}{(wL)_{in,y}}=(\sigma_{n_4y}-1)\log\frac{w_{iy}^c}{r_{iy}^c}+\beta X_{in,y}+\varepsilon_{in,y} \quad (\text{A45})$$

其中, i 表示企业, n_4 表示CIC四位数行业代码, y 代表年份, $X_{in,y}$ 表示控制变量集合。 $(rK)_{in,y}$ 为 n_4 产业 i 企业的资本收入, $(wL)_{in,y}$ 为 n_4 产业 i 企业的劳动报酬支出, $(rK)_{in,y}/(wL)_{in,y}$ 使用“企业增加值/薪酬、奖金支出-1”来估计,相关数据直接来自于税调数据。 w_{iy}^c 代表企业 i 所在城市 c 在 y 年的平均工资水平, r_{iy}^c 代表企业 i 所在城市 c 在 y 年的平均融资成本。

为了从时间维度考察禀赋结构与要素替代弹性的关系,在计算出各个产业种类在各年的要素替代弹性($\sigma_{n,y}$)后,我们将逐年的要素替代弹性($\sigma_{n,y}$)与当年的平均要素相对价格 w_y/r_y 进行回归,并控制产业种类,见式(A46)。 w_y/r_y 是各年的全国要素相对价格平均值,反映经济总体的要素禀赋结构,即资本要素越充裕, w_y/r_y 越大。结果如附表3:

$$\sigma_{n_4y}=\alpha+\beta\log\frac{w_y}{r_y}+D_{n_4}+\varepsilon_{n_4y} \quad (\text{A46})$$

回归控制行业四位码(D_n)。

附表3 总体要素禀赋结构影响要素替代弹性的回归结果

	coef	std err	t	P> t	R ²	Num
要素替代弹性	0.0187	0.006	3.143	0.002	0.295	951

为了横向从地区差异角度考察禀赋结构与要素替代弹性的关系,我们根据地级市的劳动/资本要素相对价格水平把中国的地级市分为资本充裕型地级市(要素相对价格 w/r 最高的前50%地级市)和资本短缺型地级市(要素相对价格 w/r 较低的50%地级市),分别计算两类地级市在各产业、各年的“局部”要素替代弹性以及两类地级市的要素相对价格水平(“局部”意味着估计替代弹性时只对部分地区进行回归,而不是全国),并且计算两类地区的要素替代弹性与两类地区的平均要素相对价格之间的相关性,控制年份以及产业,从而比较两类地区的要素替代弹性。

附表4 各地区的要素禀赋结构与要素替代弹性的回归结果

	coef	std err	t	P> t	R ²	Num
要素替代弹性	0.0839	0.015	5.437	0.000	0.151	1902

回归结果印证了在资本更密集的地区,受到要素替代非对称性紧约束的中间环节更少,因此替代弹性为0的生产环节更少,弹性大于0的环节更多,因此总体替代弹性更高。

为了考察产业之间的异质性,我们根据CIC四位码对产业进行分类并逐年计算各产业的要素替代弹性 $\sigma_{n,y}$,方法同上。其中 n_4 代表产业四位码分类。然后我们将估计出的各产业的要素替代弹性与该产业的资本劳动比进行回归,并控制年份和产业的二位码种类(n_2)。

$$\sigma_{n_4,y} = \alpha + \beta \log \frac{K_{n_4,y}}{L_{n_4,y}} + \delta_1 D_y + \delta_2 D_{n_2} + \varepsilon_{n_4,y} \quad (\text{A47})$$

$\sigma_{n_4,y}$ 代表 n_4 产业在 y 年的要素替代弹性, $K_{n_4,y}/L_{n_4,y}$ 代表 n_4 产业在 y 年的资本劳动比,结果如附表5:

附表5 产业层面要素替代弹性对产业资本劳动比的回归结果

	coef	std err	t	P> t	R ²	Num
$\log_K/L$	-0.016	0.0082	-1.95	0.05	0.12	951

理论上,一个产业的要素替代非对称性约束越强,那么其要素替代弹性就会越低,相应的资本劳动比就会越高。回归结果确实印证了这一点:在同一个大类产业中,平均资本劳动比越高的细分产业,其要素替代弹性越低。

为了考察禀赋结构与要素替代弹性的方差的关系,我们逐年计算了大类产业 n_2 在年份 y 中各子产业要素替代弹性 $\sigma_{n,y}$ 的标准差 $devi_{n,y}$,并且将标准差 $devi_{n,y}$ 与该年度的平均资本劳动要素相对价格 w/r 进行回归,控制产业 n_2 。结果如附表6。

附表6 产业要素替代弹性的分散程度对要素相对价格的回归结果

	coef	std err	t	P> t	R ²	Num
<i>Deviation</i>	-0.0072	0.005	-1.57	0.118	0.014	182

结果表明,各个大类制造业内的子产业的要素替代弹性也是异质的,并且这种异质性的影响会伴随着资本要素充裕水平的提高在逐渐减弱。这与前文的理论分析也是完全一致的。在资本更密集的地区,受到要素替代非对称性紧约束的中间环节更少,因此替代弹性为0的生产环节更少,更多的环节是以大于0的常替代弹性生产,因此大类行业内替代弹性的方差更小。

综上,按照正文中对1998~2007年工企数据回归检验的方式,我们对2007~2016年税调数据进行了相同的检验,结果表明我们的实证推论在不同时期下都是稳健的^①。

注释

①中外文人名(机构名)对照:勃兰特(Brandt);奥博菲尔德(Oberfield);拉瓦尔(Raval)。

参考文献

- (1) Brandt, L., Biesebroeck, J. V. and Zhang, Y., 2014, "Challenges of Working with the Chinese NBS Firm-level Data", *China Economic Review*, 30, pp.339~352.
- (2) Oberfield, E. and Raval, D., 2021, "Micro Data and Macro Technology", *Econometrica*, 89(2), pp.703~732.