

中国省际工业技术进步偏向的生产率影响效应研究

白继山¹, 温涛^{1,2}

(西南大学 1. 经济管理学院; 2. 普惠金融与农业农村发展研究中心, 重庆 400715)

摘要: 适宜的技术进步偏向是促进全要素生产率增长的重要动力来源。本文基于 Kmenta 分析框架, 从理论上揭示了技术进步偏向对全要素生产率增长的两条影响路径, 并使用标准化供给面系统方法, 对中国 31 个省份工业技术进步偏向的演变历程进行测度, 明确省际层面技术进步偏向对工业全要素生产率增长的影响效应。研究发现: 随着中国工业发展进入中后期, 中国 23 个省份的工业技术进步已由资本偏向转为劳动偏向, 8 个省份的工业技术进步始终以劳动偏向为主, 中国工业技术进步偏向的转变由价格决定机制所主导; 存在技术进步偏向转折的省份中, 东部省份的技术进步偏向转型最快, 西部省份转型最慢; 中国省际工业技术进步偏向主要通过要素效率比较优势进行耦合, 对工业 TFP 增长产生影响; 22 个省份的技术进步偏向对工业 TFP 增长的影响已由抑制转为促进, 尚有 9 个省份的技术进步偏向未与要素效率比较优势完成匹配; 现阶段东部省份技术进步偏向对工业 TFP 增长的促进作用最强, 西部省份最弱。

关键词: 工业技术进步偏向; 生产率影响效应; 省际差异; Kmenta 分析框架

中图分类号: F421 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-9841(2021)02-0066-15

一、引言

中国经济正处于由高速增长阶段向高质量发展阶段跨越的进程中, 从供给侧来看, 全要素生产率(TFP)提升是改善经济增长质量的重要来源。工业作为中国实体经济的重要组成部分, 也是我国经济发展的根基^[1], 其经济增长动力由要素投入拉动向 TFP 增长驱动转变的成功与否, 直接影响着中国经济增长阶段是否能够顺利完成变更。目前对于中国工业 TFP 增长的研究已十分丰富^[2-4], 但大部分研究均在新古典增长框架下进行, 使用索洛余值的方式理解 TFP 增长^[5]。根据诱致性技术变革理论和内生增长理论可知, TFP 增长来源于技术研发, 而研发行为本身具有偏向(Biased)特征, 并总是体现为节约稀缺要素。如果打破新古典中性 TFP 增长的设定方式, 那么 TFP 增长核算以及构成因素分析都需要在一个新的分析框架下进行。

当前既有分析 TFP 增长的非中性特征能力的框架, 大致可以划分为三类: 一是数据包络分析(DEA)框架, 王班班和齐绍洲^[6]、杨翔等^[7]研究在该框架下对中国工业技术进步偏向进行测算, 并分析其对 TFP 增长的影响, 但该框架的缺点在于 DEA 方法本质是进行线性规划求解, 其在理论上的基础薄弱, 无法揭示技术进步偏向产生的经济原理, 更无法测算出技术水平提升与技术进步偏向之间的关系。二是随机前沿分析(SFA)模型, 王班班和齐绍洲^[8]、杨振兵^[9]也曾在该

收稿日期: 2020-11-16

作者简介: 白继山, 西南大学经济管理学院, 博士研究生。

框架下对中国工业技术进步偏向进行分析,虽然该方法有明确的生产函数作为基础,也能解释技术进步偏向的产生来源,但其无法将技术进步偏向和 TFP 增长结合起来,仍需要使用回归等方法对技术进步偏向的 TFP 增长效应进行分析,这将导致严重的内生性问题,且本质上技术进步偏向是 TFP 增长的重要组成部分。三是标准化供给面系统(Nominalized-Supply-Side-System)框架,该框架基于要素增强型 CES 生产函数构建^[10-11],其优点在于能够测算出技术提升速度,并根据其定义技术进步偏向,使得技术进步偏向的测算十分具体,且在该框架下有两种常用的 TFP 增长分解方法,一种基于经典的 Solow 增长核算思路进行,但该方法无法体现技术进步偏向与 TFP 增长的关系^[12];另一种在 Kmenta 框架下进行,其可以将 TFP 增长分解成与技术进步偏向有关的构成项,可以在避免内生性问题的情况下,分析技术进步偏向对 TFP 增长的贡献,因此其分析能力明显优于前两种框架。

目前,标准化供给面系统框架已在中国宏观经济分析中得以应用^[13-15],并且也有部分学者引入到中国工业经济总体的研究中^[16-17],但是中国不同省际的资源禀赋千差万别,工业经济增长阶段也不可一概而论。胡伟等^[18]的研究发现,改革开放以来,在区域发展战略的推动下,中国工业经济的地理版图由改革开放初期显著的“东西分异”转向“东西、南北分异”的空间格局。魏巍^[19]发现东部地区的制造业技术水平不断趋于一体化,而西部地区内部制造业技术水平差异明显且相互屏蔽。在上述现实背景之下,中国不同省份的工业技术进步偏向有何差异特征? 技术进步偏向是否顺应了不同地区的要素禀赋或要素效率水平的变化,促进了当地工业的 TFP 增长? 各省的工业技术进步偏向应如何优化,才能有针对性的进一步促进工业 TFP 增长? 只有回答以上问题,才能从一个内生增长的视角,破解中国工业 TFP 增长的谜题,实现工业经济全面向高质量发展的跨越。

二、理论分析与研究假说

(一) 技术进步非中性的经济增长系统

Hicks 中性技术进步是指技术进步能够同等的惠及生产要素,使得要素的边际产出得到同等水平的提升。为了放松上述较严格的假设限制,本文按照 Klump 等^[10]、León-Ledesma 等^[11]的方式,基于标准化以后的要素增强型 CES 生产函数,构建一个能够刻画技术进步偏向的经济增长系统,从而完成理论分析,如式(1)所示:

$$Y_t = \bar{Y} \left\{ \bar{\pi} \left(\frac{\Gamma_t^K K_t}{\bar{\Gamma}^K \bar{K}} \right)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} + (1 - \bar{\pi}) \left(\frac{\Gamma_t^N N_t}{\bar{\Gamma}^N \bar{N}} \right)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right\}^{\frac{\sigma}{\sigma-1}} \quad (1)$$

其中, Y_t 为经济产出, K_t 为资本投入, N_t 为劳动投入, $\bar{\pi} \in (0, 1)$ 为要素分配参数(资本收入份额), $\sigma \in (0, +\infty)$ 为要素替代弹性, $\sigma > 1$ 说明资本和劳动存在替代关系, $\sigma < 1$ 说明资本和劳动存在互补关系, Γ_t^K 和 Γ_t^N 分别代表资本与劳动的要素效率水平。相应的, \bar{Y} 、 \bar{K} 、 \bar{N} 、 $\bar{\pi}$ 、 $\bar{\Gamma}^K$ 和 $\bar{\Gamma}^N$ 分别为各个指标在基准点的取值,以表示对生产函数进行标准化处理,其作用在于减少式(1)中对要素收入分配参数的估计,直接选用基准点的资本收入份额作为要素分配参数。

经典的 Hicks 中性技术进步是指 Γ_t^K 和 Γ_t^N 以相同的增长率进行增长,因此在传统的柯布·道格拉斯(C-D)生产函数或 CES 生产函数中往往假设 $\Gamma_t^K = \Gamma_t^N = A_t$,并把 A_t 提到公式最前端。而根据内生增长理论可知 Hicks 中性技术进步是一个较强的假设约束,类似的 Solow 中性或 Harrod 中性技术进步也存在假设过于严苛的问题,而如式(1)所示的要素增强型技术进步设定方式则可以使得技术进步自由变化,无刚性约束且更加灵活。特别是诱致性技术变革理论揭示了技术进步总是偏向于使用丰裕要素节约稀缺要素的固有规律之后,只有构建一个如式(1)

所示的,能够体现技术进步非中性特征的经济系统,才能促进技术进步偏向的研究得以顺利开展。

(二) 技术进步偏向的定义

根据 Hicks^[20]、Acemoglu^[21]的定义,如若技术进步的存在使得某一要素的边际产出获得了更高的增长,那么此时可以认定技术进步偏向于该要素。因此即使进步偏向的识别需要从定义出发,由式(1)可以推导出资本与劳动的边际产出之比 MP_t^K/MP_t^N :

$$\frac{MP_t^K}{MP_t^N} = \frac{1-\bar{\pi}}{\bar{\pi}} \left(\frac{K_t}{N_t} \right)^{-\frac{1}{\sigma}} \left(\frac{\Gamma_t^K/\bar{\Gamma}^K}{\Gamma_t^N/\bar{\Gamma}^N} \right)^{\frac{1}{\sigma}} \left(\frac{\bar{K}}{\bar{N}} \right)^{\frac{1}{\sigma}} \quad (2)$$

由式(2)可知,从要素效率水平的角度来看, MP_t^K/MP_t^N 的变动趋势由要素替代弹性取值 (σ)和相对要素效率水平 $[(\Gamma_t^K/\bar{\Gamma}^K)/(\Gamma_t^N/\bar{\Gamma}^N)]$ 的变动状态所决定。当 $\sigma > 1$ 时,若 $(\Gamma_t^K/\bar{\Gamma}^K)/(\Gamma_t^N/\bar{\Gamma}^N)$ 上升,那么此时资本要素效率提升得更快将促使 MP_t^K/MP_t^N 上升,此时技术进步偏向于资本;当 $\sigma < 1$ 时,若 $(\Gamma_t^K/\bar{\Gamma}^K)/(\Gamma_t^N/\bar{\Gamma}^N)$ 上升,那么此时资本要素效率提升得更快将促使 MP_t^K/MP_t^N 下降,同样是资本要素效率提升更快的情况下,反而劳动的边际产出 MP_t^N 得到更大幅度的提升,此时技术进步偏向于劳动。同理可以推导出若 $(\Gamma_t^K/\bar{\Gamma}^K)/(\Gamma_t^N/\bar{\Gamma}^N)$ 下降,当 $\sigma > 1$ 时,技术进步偏向于劳动;当 $\sigma < 1$ 时,技术进步偏向于资本。

基于上述技术进步偏向的定义,可以按照戴天仕和徐现祥^[13]的方式构建标准化形式的技术进步偏向指数(BTPI, Biased Technical Progress Index):

$$BTPI_t = \frac{\sigma-1}{\sigma} \left(\frac{\Gamma_t^K/\bar{\Gamma}^K}{\Gamma_t^N/\bar{\Gamma}^N} - \frac{\Gamma_t^N/\bar{\Gamma}^N}{\Gamma_t^K/\bar{\Gamma}^K} \right) \quad (3)$$

式(3)中, $(\Gamma_t^K/\bar{\Gamma}^K)/(\Gamma_t^N/\bar{\Gamma}^N)$ 和 $(\Gamma_t^N/\bar{\Gamma}^N)/(\Gamma_t^K/\bar{\Gamma}^K)$ 分别代表资本和劳动要素效率水平的增长速度,当 $BTPI_t > 0$ 时,技术进步偏向于资本;而 $BTPI_t < 0$ 时,技术进步偏向于劳动。相对于式(2)所表示的复杂技术进步偏向判定标准,式(3)的判定方式显得更为简洁明了。

(三) 技术进步偏向对 TFP 增长的影响

根据 Sato & Morita^[12]、雷钦礼^[14]的研究可知,TFP 增长本身就是由资本与劳动的效率改善构造而成,技术进步偏向理论上必然能够对 TFP 增长产生影响。若想进一步明确技术进步偏向在何种情况下能够促进(抑制)TFP 增长,仍待进一步的理论分析。在此,本文首先基于 Kmenta^[22]的级数展开法对式(1)在 $\sigma = 1$ 处进行泰勒级数展开:

$$\begin{aligned} \ln\left(\frac{Y_t/\bar{Y}}{N_t/\bar{N}}\right) &= \bar{\pi} \ln\left(\frac{K_t/\bar{K}}{N_t/\bar{N}}\right) + \frac{\bar{\pi}(1-\bar{\pi})(\sigma-1)}{2\sigma} \left[\ln\left(\frac{K_t/\bar{K}}{N_t/\bar{N}}\right) \right]^2 + \bar{\pi} \left[1 + \frac{(1-\bar{\pi})(\sigma-1)}{\sigma} \ln\left(\frac{K_t/\bar{K}}{N_t/\bar{N}}\right) \right] \ln\frac{\Gamma_t^K}{\bar{\Gamma}^K} \\ &+ (1-\bar{\pi}) \left[1 - \frac{\bar{\pi}(\sigma-1)}{\sigma} \ln\left(\frac{K_t/\bar{K}}{N_t/\bar{N}}\right) \right] \ln\frac{\Gamma_t^N}{\bar{\Gamma}^N} + \frac{\bar{\pi}(1-\bar{\pi})(\sigma-1)}{2\sigma} \left(\ln\frac{\Gamma_t^K}{\bar{\Gamma}^K} - \ln\frac{\Gamma_t^N}{\bar{\Gamma}^N} \right)^2 \end{aligned} \quad (4)$$

对于式(4)而言,可以按照 León-Ledesma 等^[11]的方法,从中提取出对数形式的 TFP_t:

$$\ln TFP_t = \bar{\pi} \ln\frac{\Gamma_t^K}{\bar{\Gamma}^K} + (1-\bar{\pi}) \ln\frac{\Gamma_t^N}{\bar{\Gamma}^N} + \frac{(\sigma-1)\bar{\pi}(1-\bar{\pi})}{2\sigma} \left(\ln\frac{\Gamma_t^K}{\bar{\Gamma}^K} - \ln\frac{\Gamma_t^N}{\bar{\Gamma}^N} \right)^2 \quad (5)$$

由式(5)可知, $\ln TFP_t$ 主要受到 $\bar{\pi}$ 、 σ 、 $\Gamma_t^K/\bar{\Gamma}^K$ 和 $\Gamma_t^N/\bar{\Gamma}^N$ 的影响,说明 TFP_t 是由资本与劳动要素效率水平构成的综合函数,对式(5)进一步求取时间的导数并将式(3)带入可以得到:

$$\begin{aligned}
\frac{\dot{TFP}_t}{TFP_t} = & \bar{\pi}(1 - \bar{\pi}) BTPI_t \ln\left(\frac{K_t/\bar{K}}{N_t/\bar{N}}\right) + \bar{\pi}(1 - \bar{\pi}) BTPI_t \left(\ln \frac{\Gamma_t^K}{\bar{\Gamma}^K} - \ln \frac{\Gamma_t^N}{\bar{\Gamma}^N}\right) \\
& + \bar{\pi}(1 - \bar{\pi}) \frac{(\sigma - 1)}{\sigma} \left(\ln \frac{\Gamma_t^K}{\bar{\Gamma}^K} - \ln \frac{\Gamma_t^N}{\bar{\Gamma}^N}\right) \left(\frac{K_t/\dot{\bar{K}}}{N_t/\bar{N}}\right) \\
& + \bar{\pi} \frac{\dot{\Gamma}_t^K/\bar{\Gamma}^K}{\Gamma_t^K/\bar{\Gamma}^K} + (1 - \bar{\pi}) \frac{\dot{\Gamma}_t^N/\bar{\Gamma}^N}{\Gamma_t^N/\bar{\Gamma}^N}
\end{aligned} \tag{6}$$

由式(6)可知, TFP_t 的增长率(\dot{TFP}_t/TFP_t)可以划分为四个组成部分,其中前两个部分包含技术进步偏向的影响。本文将技术进步偏向影响 TFP 增长的两条路径分别绘制在图 1 至图 2 中,以更加清晰地展现作用路径与可能产生的结果:

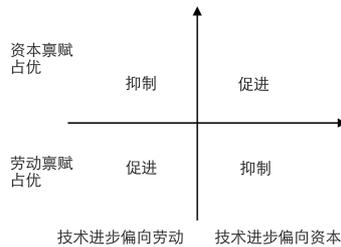


图 1 技术进步偏向与要素禀赋比较优势的耦合作用(路径 1)

首先,技术进步偏向影响 TFP 增长的第一个渠道,需要与要素禀赋的比较优势形成耦合作用,本文将其简称为 *BTPI Effect 1*。当要素禀赋呈现出资本占优的状态时, $\ln(K_t/\bar{K}) > \ln(N_t/\bar{N})$, 只有技术进步偏向于资本, $BTPI_t > 0$, 才能与此时的要素禀赋比较优势一同促进 TFP 的增长;当要素禀赋呈现出资本占优的状态时, $\ln(N_t/\bar{N}) > \ln(K_t/\bar{K})$, 只有技术进步偏向于劳动, $BTPI_t < 0$, 才能与此时的要素禀赋比较优势一同促进 TFP 的增长。上述理论分析结论恰好与诱致性技术变革理论的核心思想相互印证,当某一要素在禀赋结构中占有优势,该要素可以被判定为丰裕要素,当技术进步偏向能够顺利地扩大丰裕要素的边际产出,促进丰裕要素对稀缺要素的替代,方能促进 TFP 增长。倘若技术进步偏向朝着扩大稀缺要素边际产出的方向前进,则会贻误使用丰裕要素替代稀缺要素的最佳时机,反而会抑制 TFP 增长。根据 Acemoglu^[21] 的研究可知,技术进步偏向存在两种作用力截然相反的决定机制,即市场规模(*market scale*)决定机制和价格(*price*)决定机制。前一种决定机制是指技术进步偏向于使用丰裕要素,利用其市场规模较大且价格低廉的优势,后一种决定机制是指技术进步偏向于使用稀缺要素,利用其稀有且价格高昂的优势。究竟实际经济增长过程中,哪种决定机制占主导作用,还是应根据其当期所处的要素资源禀赋、经济增长阶段以及两种决定机制各自带来的未来利润净现值所决定。技术进步偏向在动态变化过程中,要与要素禀赋优势进行耦合,共同发挥市场规模决定机制,或是共同发挥价格决定机制,方能促进 TFP 持续增长。

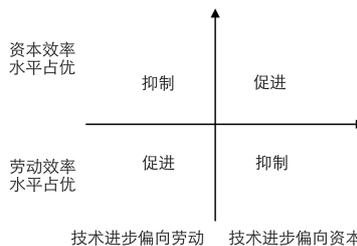


图 2 技术进步偏向与要素效率比较优势的耦合作用(路径 2)

其次,技术进步偏向影响 TFP 增长的第二个渠道,需要与要素效率的比较优势形成耦合作用,本文将其简写为 *BTPI Effect 2*。当资本要素效率水平更高时, $\ln(\Gamma_t^K/\bar{\Gamma}^K) > \ln(\Gamma_t^N/\bar{\Gamma}^N)$, 只有技术进步偏向于资本, $BTPI_t > 0$, 才能与此时的要素效率水平一同促进 TFP 的增长;当劳动要素效率水平更高时, $\ln(\Gamma_t^N/\bar{\Gamma}^N) > \ln(\Gamma_t^K/\bar{\Gamma}^K)$, 只有技术进步偏向于劳动, $BTPI_t < 0$, 才能与此时的要素效率水平一同促进 TFP 的增长。倘若资本(劳动)效率水平更高的同时,技术进步偏向于劳动(资本),则会造成技术进步偏向无法与要素效率水平优势相匹配的问题。简而言之,某一要素的效率水平具有明显优势时,技术进步偏向也应偏向该要素,符合比较优势的要求,最终促进 TFP 增长。倘若技术进步偏向于不具效率水平优势的要素,那么将会造成研发资源的配置扭曲,产生不适宜的技术进步方向,从而抑制 TFP 增长。同样结合 Acemoglu^[21]的研究可知,要素效率比较优势的产生,也是市场规模决定机制和价格决定机制的作用结果,因此技术进步除了要与要素禀赋比较优势的“信号”相匹配,还应与要素效率比较优势的“结果”相匹配,才能一以贯之的促进 TFP 增长。

最后,由式(6)可知,TFP 增长还受另外两部分因素的影响,且均与技术进步偏向无关。其中一部分是要素替代弹性、要素效率优势与资本深化速度三者耦合所产生的复杂影响,本文将其简写为 *3rd Effect*,影响方向具有较多不确定性;另一部分是资本和劳动要素效率改进共同构成的影响,本文将其简写为 *4nd Effect*,只要两种要素的效率水平处于增长状态,便能促进 TFP 增长,反则反之。但考虑到本文重点分析技术进步偏向对 TFP 增长的影响,在此不对另外两部分影响因素进行过多分析。

根据上述分析,本文针对技术进步偏向对 TFP 增长的影响提出以下两个假说:

假说 1:技术进步偏向与要素禀赋比较优势相匹配时,方能促进 TFP 增长。

假说 2:技术进步偏向与要素效率比较优势相匹配时,方能促进 TFP 增长。

三、模型构建与指标选择

(一) 标准化供给面系统方法

若想评价中国工业技术进步偏向对 TFP 增长的影响,需要对式(3)和式(6)中的各项经济参数进行识别,因此,必须对式(1)进行回归,以估计得到各项经济参数的数值。但由于式(1)本身属于非线性函数,并且无法通过对数处理达到线性简化,必须求助于非线性估计技术。在此,本文引入 Klump 等^[10]创建的标准化供给面系统方法实施非线性估计,其具体估计思路为将式(1)以及资本、劳动的要素需求函数联立作为一个系统进行非线性似不相关(NLSUR)估计:

$$\log\left(\frac{Y_t}{\bar{Y}}\right) = \frac{\sigma}{\sigma-1} \left\{ \pi \left(\frac{\Gamma_t^K K_t}{\bar{\Gamma}^K \bar{K}}\right)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} + (1-\pi) \left(\frac{\Gamma_t^N N_t}{\bar{\Gamma}^N \bar{N}}\right)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right\} \quad (7)$$

$$\log p_t^K = \log\left(\frac{\pi}{1+\mu_t} \frac{\bar{Y}}{\bar{K}}\right) + \frac{1}{\sigma} \log\left(\frac{Y_t/\bar{Y}}{K_t/\bar{K}}\right) + \frac{\sigma-1}{\sigma} \log\left(\frac{\Gamma_t^K}{\bar{\Gamma}^K}\right) \quad (8)$$

$$\log p_t^N = \log\left(\frac{1-\pi}{1+\mu_t} \frac{\bar{Y}}{\bar{N}}\right) + \frac{1}{\sigma} \log\left(\frac{Y_t/\bar{Y}}{N_t/\bar{N}}\right) + \frac{\sigma-1}{\sigma} \log\left(\frac{\Gamma_t^N}{\bar{\Gamma}^N}\right) \quad (9)$$

式(7)通过对式(1)取对数得到,式(8)一(9)通过对式(7)分别求取资本价格 p_t^K 和劳动价格 p_t^N 的一阶条件并进行对数化处理得到,并且为了减少标准化供给面系统的估计限制,本文引入价格加成 μ_t 指标,使得估计过程均非完全竞争市场假设下进行。

但需要注意的是,标准化供给面系统在未明确要素效率水平指标($\Gamma_t^i, i=K, N$)的增长形式

之前,同样无法估计。目前国内外研究在解决上述问题时,均通过 Box-Cox 转换对其具体增长形式作出限定^[23]:

$$\frac{\Gamma_i^i}{\bar{\Gamma}^i} = e^{\frac{\gamma_i}{\lambda_i}} \left[\left(\frac{\gamma_i}{\lambda_i} \right)^{\lambda_i - 1} \right], i = K, N \quad (10)$$

式(10)中, $\gamma_i, i = K, N$ 为要素效率的速率指标, $\lambda_i, i = K, N$ 为要素效率的曲率指标,将式(10)带入式(7)、式(8)、式(9)即可以得到具有估计能力的标准化供给面系统。随后可以将估计结果带入式(11),得到标准化处理后的资本与劳动效率水平:

$$\frac{\Gamma_i^K}{\bar{\Gamma}^K} = \frac{Y_i/\bar{Y}}{K_i/\bar{K}} \left[\frac{\pi}{\bar{\pi}} \right]^{\frac{\pi}{1-\pi}}; \frac{\Gamma_i^N}{\bar{\Gamma}^N} = \frac{Y_i/\bar{Y}}{N_i/\bar{N}} \left[\frac{1-\pi}{1-\bar{\pi}} \right]^{\frac{1-\pi}{\pi}} \quad (11)$$

对式(11)进行增长率计算,便可以分别得到资本与劳动效率水平的增速。

(二) 指标选择

为实现标准化供给面系统的非线性估计,本文所需的指标为中国工业的经济产出、资本存量、劳动人员数量、资本价格、劳动价格和价格加成 6 类指标,每种指标的衡量方式如下:

(1)工业经济产出(单位:亿元),使用第二产业增加值来衡量中国工业经济产出,但考虑到收入法核算过程中,生产税净额无法归类到资本或劳动要素,因此最终应从第二产业增加值中扣除生产税净额,且经济产出数据使用 GDP 平减指数调整为 1978 年不变价。

(2)工业资本存量(单位:亿元),使用永续盘存法对第二产业的资本存量进行核算,资本存量期初值、投资额以及折旧的处理方式均参照徐现祥等^[24],主要是将工业资本存量的核算数据更新至 2017 年,且资本存量数据使用 GDP 平减指数调整为 1978 年不变价。

(3)工业劳动人员数量(单位:亿人),使用第二产业从业人员数量衡量。

(4)资本价格(单位:%),按照 León-Ledesma 等^[11]的方式,使用当期固定资产折旧除以资本存量计算。

(5)劳动价格(单位:元/人),使用劳动者报酬除以劳动人员数量计算。

(6)价格加成(单位:%),使用营业盈余除以要素成本来衡量。

(三) 数据来源

本文的研究对象分别为中国 31 个省份的第二产业。受第四次中国经济普查的影响,《中国统计年鉴》(2019、2020)以及省级统计年鉴尚未公布 2018 年和 2019 年中国省级层面收入法 GDP 的核算情况,本文的考察时段受资料所限仅能设置为 1978—2017 年。考虑到全国层面的上述 6 类指标不能全部获取,按照雷钦礼^[14]、郝枫和盛卫燕^[25]的方式,通过将省级层面数据加总获得全国数据,上述需要平减的指标均是按照省级 GDP 平减指数进行处理后加总得到。上述指标涉及收入法核算的第二产业增加值数据,其中 1978—2004 年数据来源于《中国国内生产总值核算历史资料(1952—1995)》以及《中国国内生产总值核算历史资料(1952—2004)》,2005 年及以后的数据按照郝枫^[26]的方式予以估算补充,其余指标均可在《中国统计年鉴》和省级统计年鉴中获得。

四、中国省际工业技术进步偏向的识别

(一) 中国省际工业要素替代弹性分析

由式(3)可知,在进行省际工业技术进步偏向的最终识别之前,需要明确工业要素替代弹性以及要素效率增速的特征。将 1978—2017 年中国 31 个省份的工业经济数据代入标准化供给面系统,可以对式(1)的各项经济参数进行识别,中国省际工业要素增强型 CES 生产函数各项参数的估计结果如表 1 所示。

由分析表 1 可知,中国省际工业资本-劳动要素之间均呈现出替代特征。31 个省份之中,仅有天津和西藏的要素替代弹性(σ)小于 1,其余 29 个省份的 σ 均大于 1,说明大部分省份的工业资本尚能较强的替代劳动要素。31 个省份的 σ 平均值达到了 1.1214,说明在劳动成本急剧上升的背景下,通过增大资本投入,仍能较大程度地减缓老龄化对工业经济增长的冲击。具体来看,上海、北京、青海的 σ 高于 1.30,属于替代弹性最高的 3 个省份;其次江西、云南、海南、广西、新疆 5 个省份的 σ 均高于 1.20,属于替代弹性次高的 5 个省份,部分西部省份呈现出 σ 较高的特征,主要是源于其资本要素的相对稀缺和劳动要素的相对充裕;再次,吉林、甘肃、浙江和贵州等 10 个省份的 σ 介于 1.10—1.20 之间,说明大部分中部省份的工业资本—劳动要素的替代程度也在省际层面处于中等水平;最后,四川、重庆、山西、福建等 11 个省份的 σ 介于 1.00—1.10 之间。

若将 31 个省份按照东、中、西部地区的类别进行分类,可以发现东、中、西部省份 σ 分别为 1.1267、1.1230 和 1.1154,依次递减。根据郑猛^[27]、De La Grandville^[28]的研究可知, σ 的高低决定了工业经济增速的水平,而东高西低的替代弹性状态也印证了三大地区工业经济增长的差异,很大程度由要素禀赋所决定。结合式(3)的技术进步偏向判定方程可知,当 $\sigma < 1$ 时,技术进步偏向于要素效率增速处于劣地位的一方,对于天津和西藏 2 个省份来说,其资本(劳动)效率增长更快,工业技术进步便偏向于劳动(资本)。当 $\sigma > 1$ 时,技术进步偏向于要素效率增速处于优势地位的一方,对于其他 29 个省份来说,其资本(劳动)效率增长更快,工业技术进步便偏向于资本(劳动)。

表 1 中国省际工业要素增强型 CES 生产函数的估计结果

地区	ξ	σ	γ_K	λ_K	γ_N	λ_N
全国总体	0.906 4*** (0.017 3)	1.081 5*** (0.003 5)	0.141 3*** (0.015 1)	0.750 6*** (0.195 7)	0.050 1*** (0.002 3)	1.655 2*** (0.140 7)
北京	0.887 1*** (0.015 2)	1.355 4*** (0.008 7)	-0.033 6*** (0.003 3)	1.157 0*** (0.262 1)	0.101 6*** (0.001 3)	1.404 0*** (0.043 6)
天津	0.893 1*** (0.019 0)	0.827 8*** (0.005 0)	-0.013 6** (0.005 3)	-0.461 3* (0.237 1)	0.109 2*** (0.002 2)	1.279 5*** (0.052 8)
河北	0.922 8*** (0.026 3)	1.046 3*** (0.002 2)	0.130 8*** (0.014 3)	1.040 0*** (0.319 3)	0.044 6*** (0.003 9)	1.401 7*** (0.267 5)
山西	0.889 2*** (0.025 7)	1.075 9*** (0.004 4)	0.095 2*** (0.018 9)	0.986 6** (0.474 9)	0.050 3*** (0.006 1)	1.585 8*** (0.362 4)
内蒙古	0.802 0*** (0.027 9)	1.036 5*** (0.007 9)	0.124 7*** (0.046 2)	1.333 3 (0.913 3)	0.081 5*** (0.012 1)	1.802 9*** (0.460 0)
辽宁	0.927 1*** (0.024 0)	1.027 9*** (0.002 9)	0.029 1 (0.037 6)	1.416 7 (2.668 4)	0.084 8*** (0.012 9)	1.284 2*** (0.262 0)
吉林	0.896 1*** (0.045 5)	1.194 8*** (0.005 2)	0.077 0*** (0.008 5)	0.985 4*** (0.206 3)	0.084 7*** (0.001 5)	1.253 9*** (0.109 7)
黑龙江	0.858 7*** (0.038 8)	1.021 2*** (0.002 3)	0.201 8*** (0.055 4)	1.284 3*** (0.454 1)	0.028 8 (0.018 3)	1.906 6 (1.427 4)
上海	0.910 6*** (0.030 7)	1.365 5*** (0.011 2)	0.040 0*** (0.006 6)	0.206 3 (0.196 4)	0.075 7*** (0.002 3)	1.454 9*** (0.121 7)
江苏	0.919 4*** (0.028 5)	1.145 2*** (0.009 4)	0.111 1*** (0.015 8)	0.434 8** (0.194 7)	0.070 4*** (0.002 8)	1.452 9*** (0.144 2)
浙江	1.038 1*** (0.038 5)	1.163 8*** (0.004 3)	0.098 7*** (0.012 1)	0.460 0** (0.227 5)	0.061 4*** (0.002 2)	0.797 4*** (0.107 6)
安徽	0.945 0*** (0.014 2)	1.109 9*** (0.015 6)	0.144 8*** (0.021 7)	0.527 2*** (0.131 6)	0.042 7*** (0.004 6)	1.554 4*** (0.178 2)
福建	1.014 2*** (0.023 4)	1.062 6*** (0.003 7)	0.244 4*** (0.025 3)	0.549 5*** (0.189 7)	0.038 8*** (0.003 7)	1.130 6*** (0.218 6)

地区	ξ	σ	γ_K	λ_K	γ_N	λ_N
江西	0.825 3*** (0.015 8)	1.285 7*** (0.025 5)	0.114 1*** (0.011 1)	0.892 2*** (0.176 4)	0.054 3*** (0.002 5)	2.005 4*** (0.137 6)
山东	0.907 9*** (0.018 2)	1.104 4*** (0.007 5)	0.151 4*** (0.021 2)	0.672 5*** (0.204 6)	0.035 5*** (0.004 8)	1.936 8*** (0.266 1)
河南	0.940 4*** (0.025 9)	1.043 1*** (0.004 3)	0.181 7*** (0.036 3)	0.710 7*** (0.162 0)	0.032 0*** (0.007 7)	1.662 8*** (0.448 2)
湖北	0.844 3*** (0.015 1)	1.143 2*** (0.010 2)	0.101 6*** (0.011 3)	0.676 9*** (0.141 6)	0.064 0*** (0.002 3)	1.919 0*** (0.109 9)
湖南	0.837 0*** (0.011 0)	1.110 2*** (0.009 7)	0.152 6*** (0.023 8)	0.775 0*** (0.156 8)	0.058 4*** (0.004 0)	1.983 7*** (0.126 9)
广东	1.000 1*** (0.024 4)	1.054 0*** (0.002 1)	0.224 8*** (0.028 0)	0.539 0*** (0.188 5)	0.033 8*** (0.004 5)	1.293 9*** (0.265 2)
广西	0.961 3*** (0.021 7)	1.241 2*** (0.008 5)	0.047 2*** (0.007 9)	1.103 5*** (0.367 7)	0.079 8*** (0.001 8)	1.062 9*** (0.059 5)
海南	0.950 2*** (0.018 6)	1.241 3*** (0.021 1)	0.127 0*** (0.017 4)	0.419 3** (0.168 9)	0.062 8*** (0.002 1)	1.185 6*** (0.113 1)
重庆	0.875 1*** (0.026 3)	1.082 6*** (0.003 1)	0.156 9*** (0.010 6)	1.122 7*** (0.147 7)	0.062 5*** (0.003 6)	1.549 9*** (0.159 6)
四川	0.870 5*** (0.012 3)	1.085 8*** (0.007 6)	0.111 8*** (0.014 0)	1.052 6*** (0.206 8)	0.050 1*** (0.003 2)	1.832 5*** (0.160 4)
贵州	0.849 6*** (0.037 2)	1.147 3*** (0.003 9)	0.112 2*** (0.015 6)	0.833 9*** (0.210 4)	0.063 2*** (0.002 5)	1.728 8*** (0.179 4)
云南	0.899 0*** (0.014 9)	1.254 8*** (0.027 7)	0.124 2*** (0.017 8)	0.348 5 (0.216 4)	0.044 6*** (0.002 5)	1.751 2*** (0.154 1)
西藏	1.027 5*** (0.045 5)	0.667 9*** (0.017 4)	-0.087 2*** (0.010 6)	0.433 5*** (0.130 1)	0.082 2*** (0.004 9)	1.043 2*** (0.133 4)
陕西	0.867 8*** (0.018 3)	1.106 6*** (0.007 7)	0.180 2*** (0.018 2)	0.770 1*** (0.135 4)	0.050 3*** (0.004 2)	1.861 9*** (0.187 0)
甘肃	0.783 0*** (0.019 1)	1.182 4*** (0.008 6)	0.109 6*** (0.009 9)	0.874 3*** (0.172 8)	0.042 7*** (0.004 5)	2.851 2*** (0.300 9)
青海	0.903 1*** (0.024 7)	1.315 8*** (0.033 8)	0.074 5*** (0.010 8)	0.721 6*** (0.134 1)	0.054 7*** (0.002 9)	1.537 1*** (0.152 6)
宁夏	0.853 7*** (0.010 8)	1.043 9*** (0.006 9)	0.078 9*** (0.029 3)	1.298 8*** (0.412 5)	0.051 6*** (0.010 1)	2.017 2*** (0.277 8)
新疆	0.962 2*** (0.014 8)	1.220 5*** (0.023 4)	0.094 8*** (0.016 4)	0.486 2** (0.216 9)	0.052 6*** (0.002 6)	1.236 7*** (0.081 7)
东部平均	0.942 8	1.126 7	0.100 9	0.584 9	0.065 3	1.329 2
中部平均	0.879 5	1.123 0	0.133 6	0.854 8	0.051 9	1.734 0
西部平均	0.887 9	1.115 4	0.094 0	0.864 9	0.059 7	1.689 6
全国平均	0.905 2	1.121 4	0.106 7	0.762 9	0.059 7	1.573 2

注:括号内数值为回归系数考虑异方差的 White 标准误,***、**、* 分别表示估计系数在 1%、5%、10% 的显著水平下通过检验

(二) 中国省际工业要素效率增长的变化特征

根据表 1 估计得到的为要素效率的速率指标($\gamma_i, i = K, N$)和要素效率的曲率指标($\lambda_i, i = K, N$),可以对中国省际工业要素效率水平的变化特征进行判断。

首先,可以发现 31 个省份中,仅有上海、北京、广西、吉林、辽宁、天津和西藏 7 个省份出现了 $\gamma_K < \gamma_N$ 的情况;其余 24 个省份同样满足 $\gamma_K > \gamma_N$ 的状态,特别是福建、广东、黑龙江、河南、陕西、山东、安徽 7 个省份的 γ_K 甚至超过了 γ_N 0.10 以上,上述省份的工业资本效率提升具有明显的优势,说明总体上中国工业资本效率水平的增速快于劳动效率水平的增速,仅有少部分省份存在工业劳动效率水平的增速快于资本效率水平增速的现象。

其次,若将 31 个省份按照东、中、西部地区的类别进行分类,东部、中部和西部省份的 γ_K 分

别为 0.100 9、0.133 6 和 0.094 0,均高于 γ_N 的 0.065 3、0.051 9 和 0.059 7,已然呈现出工业资本效率水平的增速快于劳动效率水平的增速的现象,其中中部省份资本效率水平增速最快,东部省份劳动效率水平增速最快。但需要说明的是,由式(10)可知,速率指标的大小仅能反映出要素效率水平增速的总体特征,而要素效率水平增速的变化趋势判断还应结合曲率指标共同分析。

再次,省级层面北京、广西、四川、重庆、河北、宁夏、内蒙古、辽宁和黑龙江 9 个省份的 $\lambda_K > 1$,资本效率水平增速趋于加快,其余 22 个省份的资本效率水平增速趋于减缓;仅有浙江省的 $\lambda_N < 1$,存在劳动效率水平增速减缓的趋势,其余 30 个省份的 $\lambda_N > 1$,劳动效率水平增速均上升,总体上中国工业资本效率水平增长总体趋于减缓,劳动效率水平增长趋于加快。

最后,仍然按照东、中、西部地区的类别进行分类,可以发现东部、中部和西部省份的 λ_K 均小于 1,而 λ_N 均大于 1,已然反映出资本效率水平增长趋于减缓,劳动效率水平增长趋于加快的变化趋势。具体来看,从工业资本效率水平增速的变化趋势来看,东部省份资本效率水平增速下降($\lambda_K = 0.584 9$)的趋势明显强于中部和西部省份(λ_K 分别为 0.854 8 和 0.864 9);从工业劳动效率水平增速的变化趋势来看,中部省份的加快趋势($\lambda_N = 1.734 0$)明显强于西部和东部省份(λ_N 分别为 1.689 6 和 1.329 2)。结合要素替代弹性的估计结果来看,可以初步判断中国工业技术进步应偏向于资本,但存在向劳动偏向过渡的特征,但具体的技术进步偏向还需进一步将上述要素替代弹性以及要素效率增长的分析带入式(3)后方能判定。

(三)中国省际工业技术进步偏向的识别结果

基于标准化供给面系统的估计结果,可以使用式(3)对 31 个省份 1978—2017 年的工业技术进步偏向进行测算。图 3 描绘了中国工业技术进步偏向的变化趋势(如所示),表 2 则进一步刻画了工业技术进步偏向的空间分布情况,由此可以详细地对中国省际工业技术进步偏向进行判定。

第一,31 个省份中,北京、辽宁、吉林、江西、湖南、甘肃、青海和宁夏 8 个省份的工业技术进步偏向指数($BTPI_t$)在 1978—2017 年期间,均呈现出小于 0 为主的波动特征,说明上述省份的工业技术进步偏向在大部分时期均以劳动偏向为主;其余 23 个省份的工业 $BTPI_t$ 均经历了“由正转负”的变化趋势,技术进步由资本偏向转向劳动偏向。说明中国省际工业技术进步偏向的变化趋势呈现出明显的差异特征。将上述结论与改革开放以来四十年间中国经历了工业化初期、中期和中后期的产业结构转变的现实背景相结合,可以发掘出其背后蕴含的逻辑。黄群慧^[29]认为中国的基本经济国情已经从一个落后的农业大国转变为一个工业大国,“工业大国”“大而不强”是中国的最基本经济国情;从工业化进程看,改革开放 40 年,总体上中国的工业化进程从初期阶段快速地发展到工业化后期阶段。工业化初期,中国工业的要素禀赋呈现出劳动丰裕而资本短缺的禀赋特征,此时中国工业技术进步以资本偏向为主,一方面利用了改革开放资本引入改变要素禀赋结构的契机,另一方面也利用 Acemoglu^[21]提出的价格决定机制,让技术进步偏向于利用稀缺的资本要素,提高资本的边际产出,有利于扩大改革开放的红利。而随着中国迈入工业化中期,陆铭^[30]、蔡昉^[31]等学者发现中国工资稳定不变的特征趋于消失,无论是作出刘易斯转折点到来的判断,还是认为中国经济迈入新的转折点,都意味着劳动开始呈现出稀缺特征,而资本成为丰裕要素。此时,为了应对要素禀赋变化,中国工业技术进步偏向也将愈加偏向于劳动,并保持价格决定机制的一贯特征,技术进步偏向的转折并未打破中国工业技术进步偏向的深层次逻辑,工业技术进步始终在朝着扩大稀缺要素的边际产出方向做出努力。而随着中国迈入工业化中后期,一方面老龄化水平的提高将进一步降低工业劳动存量;另一方面,工业劳动还存在着向第三产业转移的趋势。因此劳动的稀缺特征还将进一步增强,在经历了劳动密集型-资本密集型-技术密集型阶段之后,以人工智能和大数据技术为代表的新兴技术,也是进一步沿着价格决

定机制的方向,促使劳动效率获得更大程度增长。

第二,平均来看,31个省份的 $BTPI_t$ 在 1978—2003 年期间,呈现出在波动中以大于 0 为主的状态,说明在工业资本深化进程中,由于利用了资本大量引入的优势,工业技术进步促使资本的边际产出获得更大提升,从这一角度可以证明中国工业经济的快速增长部分源自技术进步的适宜偏向;而在 2004—2017 年期间,工业 $BTPI_t$ 在波动中主要呈现出小于 0 的特征,技术进步促使劳动的边际产出获得更大提升,说明在劳动成本抬升过程中,市场机制使得技术进步偏向提升稀缺要素的边际产生,这说明中国工业技术进步偏向与中国要素禀赋的变化具有同步协调性。总体上可以判断,中国工业技术进步由资本偏向逐步向劳动偏向进行过渡。按照东、中、西部地区的类别进行分类之后,可以发现东部和中部省份工业技术进步偏向的转折点大约在 2004 年,而西部省份工业技术进步偏向的转折点在 2006 年,三大地区的转折点存在细微差别,西部地区的进程略显滞后;其次,中部和西部省份工业 $BTPI_t$ 的波动特征均强于东部省份,说明改革开放以来,上述两个地区的技术进步发展路径一直在进行探寻和摸索。上述技术进步偏向的转折点发现与陆铭^[30]、蔡昉^[31]等学者发现的经济增长阶段转折点比较接近,再一次印证了工业经济的阶段与宏观经济相一致,而西部省份转折的滞后,也符合其人口红利消失相对缓慢,劳动的稀缺性上升相对弱于东部与中部地区相一致。

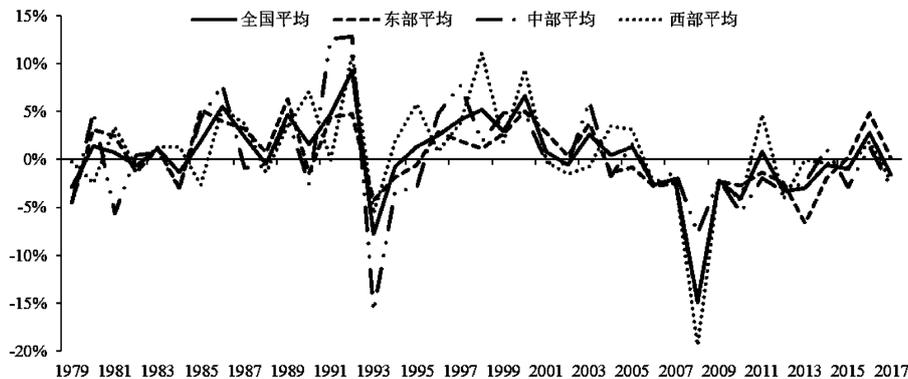


图 3 中国工业技术进步偏向的演变趋势

第三,在经历了工业技术进步偏向两阶段转折变化特征之后,目前北京、上海、广西和辽宁等 9 个省份在 1978—2017 年的 $BTPI_t$ 小于 0,工业技术进步偏向于劳动,工业技术进步总体上更大程度地提升了劳动的边际产出,其中既体现了北京和上海等发达地区基于劳动人口减少以及成本抬升的冲击做出的技术进步方向调整,也包含了其余经济中等水平地区或偏远地区另辟蹊径尝试技术进步方向调整的努力;青海、新疆、四川、甘肃和湖北等 22 个省份的 $BTPI_t$ 大于 0,工业技术进步均偏向于资本,说明大部分地区仍然在早期均实施以技术进步提升资本边际产出为主的工业发展思路,技术进步尚处于向劳动偏向转换之中;需要注意的是,湖南、青海、新疆、四川的 $BTPI_t$ 已十分接近于 0,说明长期来看上述 4 个省份的工业技术进步接近于 Hicks 中性状态,技术进步较为平等的惠及到工业资本和劳动效率的提升。省级层面的分析结果充分证明中国省级工业技术进步偏向呈现明显的空间差异特征。

第四,进一步从东、中、西部地区层面来看,西部省份的工业技术进步资本偏向特征最强, $BTPI_t$ 达到了 0.79%,中部和东部省份次之。说明东部和中部省份工业资本效率水平已较高,难以使技术进步更大程度地提升资本边际产出,技术进步向劳动偏向的转换进程较早,而目前东部和中部省份的燃眉之急在于怎样在人口红利减弱、老龄化加剧的背景下,在工业化后期进一步找寻到劳动边际产出提升的工业技术进步路径。尽管提升西部省份资本效率水平能够促使资本边际产出大幅增加,但其本身所处的工业化进程较为缓慢,资本效率水平较低且提升速度缓慢的

“原罪”始终存在,这也是资本并不青睐西部省份的根本原因,也符合西部省份工业资本更加缺乏的现状。总而言之,西部省份虽然拥有较高的工业技术进步增长潜力,但其水平较低的绝对弱势问题一直突出。

表 2 中国省际工业技术进步偏向指数的分布情况(1978—2017 年平均,单位%)

排序	地区	BTPI	排序	地区	BTPI	排序	地区	BTPI
1	北京	-3.02	13	四川	0.07	25	内蒙古	0.57
2	上海	-1.34	14	甘肃	0.11	26	重庆	0.62
3	广西	-0.49	15	湖北	0.14	27	安徽	0.69
4	辽宁	-0.27	16	山东	0.19	28	海南	0.78
5	吉林	-0.27	17	江西	0.21	29	陕西	0.82
6	浙江	-0.21	18	河北	0.26	30	天津	3.49
7	山西	-0.20	19	江苏	0.28	31	西藏	7.23
8	贵州	-0.16	20	河南	0.40	-	全国平均	0.39
9	宁夏	-0.04	21	黑龙江	0.50	-	东部平均	0.11
10	湖南	0.05	22	福建	0.51	-	中部平均	0.19
11	青海	0.05	23	广东	0.55	-	西部平均	0.79
12	新疆	0.06	24	云南	0.57			

五、中国省际工业技术进步偏向的生产率影响效应

(一)中国省际工业技术进步偏向的生产率影响路径

将中国省际工业要素增强型 CES 生产函数的参数估计结果带入式(6),可以计算得到省际工业技术进步偏向分别与要素禀赋的比较优势、要素效率的比较优势耦合之后,对工业 TFP 增长的影响力度和方向。

首先,从省级层面来看,31 个省份的工业技术进步偏向均主要通过要素效率的比较优势耦合,对工业 TFP 增长产生影响;工业技术进步偏向与要素禀赋的比较优势耦合之后,对工业 TFP 增长产生的影响十分微弱。图 4 反映了 31 个省份平均处理后工业 TFP 增长率的变动趋势及分解情况,可以发现工业技术进步偏向与要素禀赋的比较优势的耦合效应($BTPI\ Effect1$)一直在零点附近徘徊;工业技术进步偏向与要素效率的比较优势的耦合效应($BTPI\ Effect2$)呈现出明显的波动特征,且均与零点保持一定的距离。

其次,进一步从东、中、西部地区层面来看,图 5 至图 7 反应了分别按照三大地区类别平均处理后,得到的工业 TFP 增长率的变动趋势及分解情况。一方面,东、中、西部省份的工业技术进步偏向同样是与要素效率的比较优势耦合,对工业 TFP 增长产生显著影响。另一方面,东、中、西部省份工业技术进步偏向与要素禀赋的比较优势耦合之后,对工业 TFP 增长产生的影响依然十分微弱。值得注意的是,东部省份 $BTPI\ Effect2$ 的影响力度明显强于中部和西部省份。由式(6)可知, $BTPI\ Effect1$ 和 $BTPI\ Effect2$ 的区别正是在两种比较优势的强弱。上述结论的产生充分说明了,在现有的工业技术进步偏向之下,影响中国工业 TFP 制造的最重要因素是资本—劳动要素效率比较优势。根据理论分析部分可知,若想通过 $BTPI\ Effect2$ 促进工业 TFP 增长,需要保持工业技术进步偏向与要素效率比较优势的相匹配。前文已然证明了中国大部分省份的工业技术进步均呈现出偏向于资本的特征,少部分省份的工业技术进步均呈现出偏向于劳动的特征。由于 $BTPI\ Effect1$ 对工业 TFP 增长的影响并不明显,本文将不对假说 1 进行进一步的分析,而将关注点放置在 $BTPI\ Effect2$ 和假说 2 的分析和验证上。那么省际层面要素效率的比较优势是否与技术进步偏向协同促进或抑制了工业 TFP 的增长,本文将通过进一步的分析予以阐释。

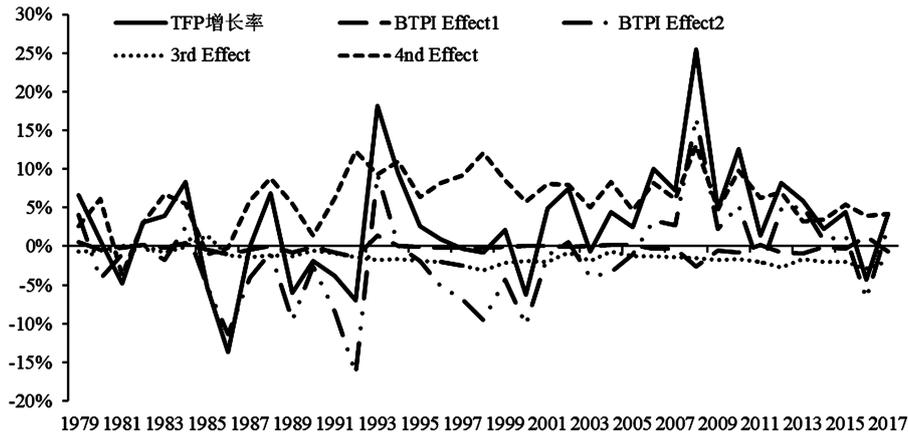


图4 中国工业技术进步偏向的全要素生产率增长效应(全国平均)

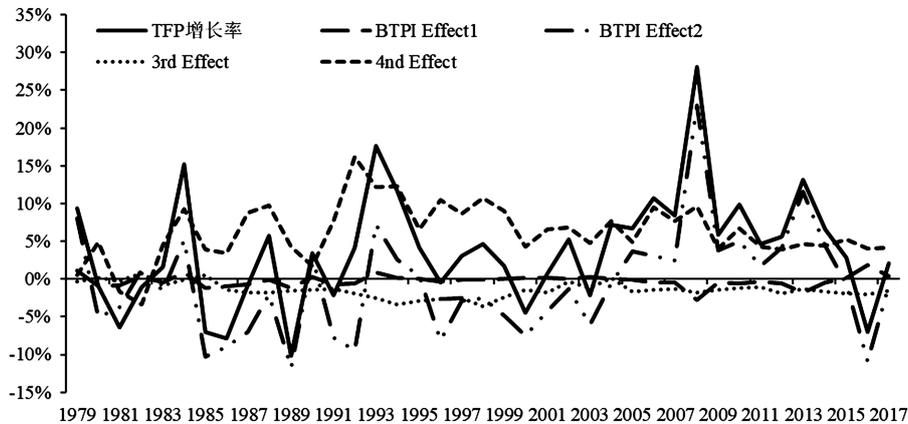


图5 中国工业技术进步偏向的全要素生产率增长效应(东部平均)

(二) 中国省际工业技术进步偏向的生产率影响方向

在明确了中国省际工业技术进步偏向的生产率影响路径之后,本文将进一步通过式(6),考察工业技术进步偏向与要素效率的比较优势的耦合效应($BTPI\ Effect2$),对省际工业 TFP 增长的影响方向和力度。

首先,从省级层面来看,天津、河北、辽宁、黑龙江、安徽、江西、重庆、西藏和陕西 9 个省份的 $BTPI\ Effect2$ 在 1978—2017 年期间,对工业 TFP 增长的影响均以负向冲击为主,说明上述省份的技术进步偏向并未达到与要素效率比较优势的一致。究其原因,中国改革开放以来凭借着人口红利以及人力资本水平的积累,劳动效率拥有庞大的提升基础,但工业技术进步偏向于资本的过程会与劳动效率水平较高相互排斥,造成工业 TFP 增长的损失。需要强调的是,我们应意识到上述损失的存在难以避免,工业资本的进入必然会通过技术外溢效应提高资本效率,通过技术学习、模仿能够在短期之内实现资本效率的快速提升,但是由于人力资本的培育需要长期积累,短期来看劳动效率的提升速度难以大幅跃升。此外,其余 22 个省份 $BTPI\ Effect2$ 对其工业 TFP 增长的影响均呈现出“由负转正”的两阶段变化特征,说明上述省份的工业技术进步偏向与要素效率的比较优势的耦合朝着符合假说 2 的方向前进。

然后,由图 4 至图 7 可知,受到大部分省份 $BTPI\ Effect2$ “由负转正”的影响,无论是从 31 个省份的总体状态来看,还是进一步按照东、中、西部地区的类别来看,技术进步偏向和要素效率比较优势的耦合作用对中国工业 TFP 增长率的影响均呈现出了两阶段的变化特征。东、中、西部省份的转折时间略有区别,分别为 2005 年、2006 年和 2001 年,西部省份寻求工业技术进步偏向转折的进程先于东部和中部省份。进一步分析可知,前一段时期内工业技术进步偏向于资本要

素,而劳动效率的比较优势造成了技术进步偏向与资本—劳动要素效率比较优势相互矛盾的状态,最终使得 $BTPI\ Effect2$ 在该时段内主要呈现出抑制工业 TFP_t 增长的状态;而在后一段时期,随着工业技术进步转而偏向劳动,技术进步偏向与资本—劳动要素效率比较优势取得一致,使得 $BTPI\ Effect2$ 在该时段内主要呈现出促进工业 TFP_t 增长的状态。穷根究底,价格决定机制决定了中国工业技术进步偏向呈现出了资本效率提升更快,到劳动效率提升更快的转换。上述转换顺应了中国工业发展由早期向中后期阶段的转换,其背后的深层次逻辑还是要将中国的工业 TFP 增长,回归到以人力资本红利为代表的优势驱动力上。上述研究说明,目前中国工业技术进步偏向对于工业 TFP 增长的促进效应已经显现,在工业化后期,进一步促进技术进步偏向于扩大劳动的边际产出,并利用好劳动效率较高的比较优势,才是高质量发展阶段继续促进工业 TFP 增长的适宜方法。

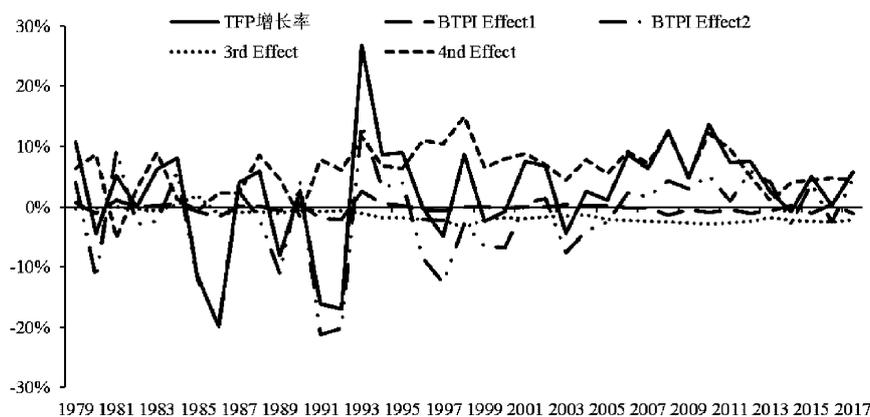


图6 中国工业技术进步偏向的全要素生产率增长效应(中部平均)

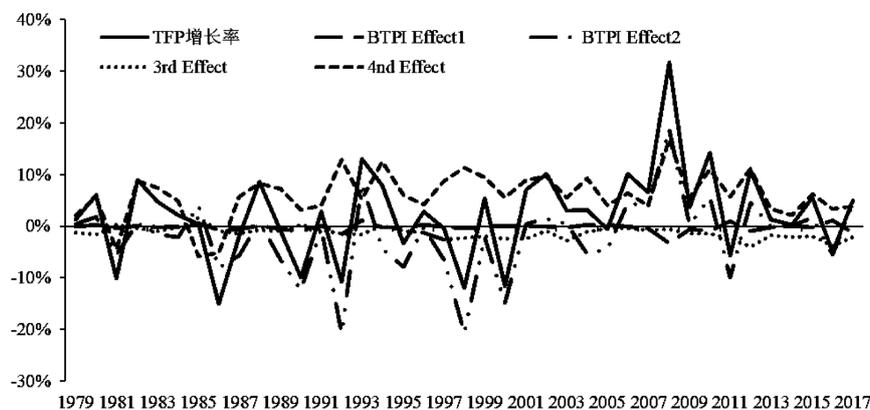


图7 中国工业技术进步偏向的全要素生产率增长效应(西部平均)

(三) 中国省际工业技术进步偏向的生产率影响力度

31个省份平均的 $BTPI\ Effect2$ 转折点发生在2006年,在技术进步偏向和要素效率比较优势耦合作用为负的阶段(1978—2005年), $BTPI\ Effect2$ 对工业 TFP 增长的平均抑制作用为-3.58%;在随后技术进步偏向和要素效率比较优势耦合作用为正的阶段(2006—2017年), $BTPI\ Effect2$ 对工业 TFP 增长的平均促进作用为2.94%,为工业 TFP 增长贡献了44.56%的动力输出,已经成为当前工业 TFP 增长的重要来源动力。若进一步按照东、中、西部地区的类别分别来看,东部省份在1978—2004年的第一阶段, $BTPI\ Effect2$ 对工业 TFP 增长的平均抑制作用为-3.00%,在2005—2017年的第二阶段 $BTPI\ Effect2$ 对工业 TFP 增长的平均促进作用为3.88%,为工业 TFP 增长贡献了58.92%的动力输出;中部省份在1978—2005年的第一阶段, $BTPI\ Effect2$ 对工业 TFP 增长的平均抑制作用为-3.91%,在2006—2017年的第二阶段 $BTPI\ Effect2$

$PI\ Effect_2$ 对工业 TFP 增长的平均促进作用为 2.53%，为工业 TFP 增长贡献了 38.34% 的动力输出；西部省份在 1978—2000 年的第一阶段， $BTPI\ Effect_2$ 对工业 TFP 增长的平均抑制作用为 -4.11%，在 2001—2017 年的第二阶段 $BTPI\ Effect_2$ 对工业 TFP 增长的平均促进作用为 1.21%，为工业 TFP 增长贡献了 18.33% 的动力输出。

总体来看，东部省份工业增长在 1978—2004 年期间遭受技术进步偏向的负向冲击最小，同时也在 2005—2017 年期间受益于技术进步偏向的促进作用最多，在技术进步偏向的调整过程中，东部省份在前期的工业资本效率水平提升上拥有优势，虽然当时与资本-劳动要素效率比较优势耦合后存在抑制工业 TFP_t 增长的问题，但毫无疑问这是工业经济增长过程中技术学习、模仿的必经阶段，随后在面临劳动成本上升的冲击时，技术进步偏向进行相应调整，并对工业 TFP_t 增长产生充沛的动力，说明东部省份在率先迈入工业化后期阶段时，其工业技术进步转型已取得显著成绩。与此同时，西部省份工业 TFP_t 增长在 1978—2000 年期间，遭受到技术进步偏向的负向冲击最强，却也在 2001—2017 年期间受惠于技术进步偏向转变的好处最少，说明西部省份的工业技术进步偏向调整滞后问题突出，仍有较大提升空间。而中部省份工业 TFP_t 增长分别在 1978—2005 年和 2006—2017 年期间受到技术进步偏向的抑制或促进影响均处于中等水平。中部和西部省份整体迈入工业化后期的趋势已然明确，进一步加快技术进步偏向的调整，才能顺应工业发展阶段的推进。

六、结论与政策建议

在中国工业经济增长由要素投入增长拉动向 TFP 提升驱动转变的过程中，应重视非中性技术进步在其中扮演的角色，并根据不同省份的工业发展阶段，有针对性的采取措施，加强技术进步偏向对工业 TFP 增长的促进作用。基于此，本文基于要素增强型 CES 生产函数构建了一个 Kmenta 分析框架，从理论上明确技术进步偏向影响 TFP 增长的两条路径。随后，本文使用中国 31 个省份 1978—2017 年的工业经验数据，对省际工业技术进步偏向及其变化历程进行刻画，并在 Kmenta 分析框架下进一步检验不同省份的技术进步偏向是否促进了 TFP 增长，找出其中尚存的改进空间。

本文研究发现：(1) 中国省际工业资本-劳动要素之间以替代关系为主，24 个省份的资本效率增速高于劳动效率，仅有 7 个省份的劳动效率增速高于资本效率；(2) 中国 23 个省份的工业技术进步已由资本偏向转为劳动偏向，8 个省份的工业技术进步始终以劳动偏向为主，随着工业劳动成本的上升和人口红利的消失，中国省际工业技术进步均朝着提高劳动边际产出的方向前进；(3) 技术进步偏向影响工业 TFP 增长的两条主要路径中，目前仅有技术进步偏向和要素效率比较优势的耦合作用对中国省际工业 TFP 增长产生显著影响，技术进步偏向和要素禀赋比较优势的耦合作用对工业 TFP 增长的影响十分微弱；(4) 中国 22 个省份的技术进步偏向对工业 TFP 增长的影响已由抑制转为促进，尚有 9 个省份的技术进步偏向未与要素效率比较优势完成匹配，现阶段东部省份技术进步偏对工业 TFP 增长的促进作用最强，西部省份最弱。

在中国工业发展迈入中后期的当下，本文的研究结论也蕴含着重要的政策含义：(1) 中国省际工业技术进步路径应继续调整，更加适应后人口红利时期的工业资源禀赋现状，以劳动效率提升引领的技术进步偏向是未来中国工业 TFP 增长的重要动力，归根到底还是应该重视劳动技能和人力资本水平提升；(2) 东部与中部省份应进一步利用劳动效率水平较高的比较优势，加快推动技术进步偏向的转型，提高技术进步的劳动偏向程度，使其与劳动效率优势耦合，更大程度的促进当地工业 TFP 增长；(3) 西部省份应重点提升人力资本水平，加强劳动技能培训，促进劳动

效率水平更快的增长,从而提高技术进步的劳动偏向程度,同时也加强劳动效率水平的比较优势,从两方面共同促进当地的工业 TFP 增长。

参考文献:

- [1] 张林,温涛. 中国实体经济增长的时空特征与动态演进[J]. 数量经济技术经济研究,2020(3):47-66.
- [2] 鲁晓东,连玉君. 中国工业企业全要素生产率估计:1999—2007[J]. 经济学(季刊),2012(2):541-558.
- [3] 程惠芳,陆嘉俊. 知识资本对工业企业全要素生产率影响的实证分析[J]. 经济研究,2014(5):174-187.
- [4] 杨汝岱. 中国制造业企业全要素生产率研究[J]. 经济研究,2015(2):61-74.
- [5] SOLOW R M. Technical change and the aggregate production function [J]. The review of economics and statistics, 1957(3): 312-320.
- [6] 王班班,齐绍洲. 中国工业技术进步的偏向是否节约能源[J]. 中国人口·资源与环境,2015(7):24-31.
- [7] 杨翔,李小平,钟春平. 中国工业偏向性技术进步的演变趋势及影响因素研究[J]. 数量经济技术经济研究,2019(4):101-119.
- [8] 王班班,齐绍洲. 有偏技术进步、要素替代与中国工业能源强度[J]. 经济研究,2014(2):115-127.
- [9] 杨振兵. 有偏技术进步视角下中国工业产能过剩的影响因素分析[J]. 数量经济技术经济研究,2016(8):30-46.
- [10] KLUMP R, MCADAM P, WILLMAN A. Factor substitution and factor-augmenting technical progress in the United States: A normalized supply-side system approach [J]. Review of economics and statistics, 2007 (1): 183-192.
- [11] LEÓN-LEDESMA M A, MCADAM P, WILLMAN A. Identifying the elasticity of substitution with biased technical change [J]. American economic review, 2010(4): 1330-1357.
- [12] SATO R, MORITA T. Quantity or quality: the impact of labour saving innovation on US and Japanese growth rates, 1960~2004 [J]. Japanese economic review, 2009 (4): 407-434.
- [13] 戴天仕,徐现祥. 中国的技术进步方向[J]. 世界经济,2010(11):54-70.
- [14] 雷钦礼. 偏向性技术进步的测算与分析[J]. 统计研究,2013(4):83-91.
- [15] 董直庆,陈锐. 技术进步偏向性变动对全要素生产率增长的影响[J]. 管理学报,2014(8):1199-1207.
- [16] 李小平,李小克. 偏向性技术进步与中国工业全要素生产率增长[J]. 经济研究,2018(10):82-96.
- [17] 余东华,张鑫宇,孙婷. 资本深化、有偏技术进步与全要素生产率增长[J]. 世界经济,2019(8):50-71.
- [18] 胡伟,陈晓东,李传松. 改革开放以来中国工业经济发展空间格局演化[J]. 江苏社会科学,2019(2):43-53.
- [19] 魏巍. 中国制造业技术进步偏向性的空间扩散边界效应研究[J]. 北京交通大学学报(社会科学版),2020(3):40-53.
- [20] HICKS J R. The theory of wages [M]. London: Macmillan, 1932.
- [21] ACEMOGLU D. Directed technical change [J]. Review of economic studies, 2002(4): 781-809.
- [22] KMENTA J. On estimation of the CES production function[J]. International economic review, 1967(2): 180-189.
- [23] BOX G E, COX D R. An analysis of transformations [J]. Journal of the royal statistical society. Series B (methodological), 1964(2): 211-252.
- [24] 徐现祥,周吉梅,舒元. 中国省区三次产业资本存量估计[J]. 统计研究,2007(5):6-13.
- [25] 郝枫,盛卫燕. 中国要素替代弹性估计[J]. 统计研究,2014(7):12-21.
- [26] 郝枫. 中国技术偏向的趋势变化、行业差异及总分关系[J]. 数量经济技术经济研究,2017(4):20-38.
- [27] 郑猛. 有偏技术进步下要素替代增长效应研究[J]. 数量经济技术经济研究,2016(11):94-110.
- [28] DE LA GRANDVILLE O. Economic growth: a unified approach (2nd edition) [M]. England: Cambridge University, 2017.
- [29] 黄群慧. 改革开放 40 年中国的产业发展与工业化进程[J]. 中国工业经济,2018(9):5-23.
- [30] 陆铭,张航,梁文泉. 偏向中西部的土地供应如何推升了东部的工资[J]. 中国社会科学,2015(5):59-83.
- [31] 蔡昉. 人口转变、人口红利与刘易斯转折点[J]. 经济研究,2010(4):4-13.

责任编辑 张颖超

网 址: <http://xbjbswswu.edu.cn>