

进出口偏向型技术进步的效应及路径选择： 理论模型与经验检验

蔡继明 曹越洋 刘乐易

摘要：本文基于比较利益率均等原则，构建了一个兼顾效率与平等的国际贸易模型，用以研究进出口偏向型技术进步的效应与选择，并利用1996—2019年的中国分省数据，通过随机前沿法测算了偏向型技术进步指数及其影响因素。结果发现，近24年来，中国选择的是偏向出口导向的技术进步路径，这与进口替代产业的相对研发创新效率偏低等因素显著相关。本文认为，近年来中国在给定的发展阶段与客观环境条件下选择了最优技术进步路径，其背后的发展理论是静态与动态相结合（交替）的比较优势原理。当今的中国面临与历史经验不同的全新挑战，需要将发展重心适时地向进口替代做出调整，而不应继续依靠与加强出口导向。

关键词：国际贸易；偏向型技术进步；比较利益率均等；随机前沿法

[中图分类号] F74 [文献标识码] A [文章编号] 1002-4670 (2023) 7-0001-17

引言

经过四十余年的改革开放，中国的经济发展取得了举世瞩目的成就，一跃成为世界经济大国与贸易强国。据世界银行与WTO的2021年数据显示，中国是仅次于美国的第二大经济体，进出口总量居全球首位。在国际分工中，中国立足于中低端制造业，成为世界经济的传动轴。2021年，中国工业制成品出口在世界上的占比在国家中位居第一，在经济体中仅次于欧盟，位居第二。

中国在利用中低端制造业融入经济大循环的同时，也在推动知识与创新带来的技术进步与出口结构优化转型，努力实现从中低端加工制造业向中高端加工制造业的产业升级。然而，这种产业结构升级的努力往往会遭遇贸易保护主义的遏制与打压。面对新的世界经济形势，基于什么样的经济理论、选择什么样的发展战略以便于在国际分工交换中取得长足发展，是我国经济学界亟待回答的时代课题。

[收稿日期] 2023-01-07

[基金项目] 国家社科基金重大项目“中国特色社会主义政治经济学探索”（16ZDA241）；清华大学自主科研项目“中国特色社会主义政治经济学探索”（20165080065）

[作者信息] 蔡继明：清华大学社会科学学院教授，清华大学政治经济学研究中心主任；曹越洋：首都经济贸易大学经济学院讲师；刘乐易（通讯作者）：浙江工商大学经济学院讲师，电子信箱：liuly18@mails.tsinghua.edu.cn

回顾国际分工交换发展的历史，一国进出口偏向型技术进步路径的选择既是一个贸易利益的分配问题，也是一个发展战略的选择问题，受到了政府、学界与公众的广泛关注。

在国际贸易中，偏向型技术进步传统上有两个路径选择：其一是弱化比较劣势而偏向进口方向的技术进步；其二是强化比较优势而偏向出口方向的技术进步。Hicks (1953)^[1] 分析了19—20世纪美国在不同方向提高技术水平所产生的影响，得出了三个一般性结论：（1）一国偏向出口的技术进步可以使两个国家都受益；（2）偏向进口的技术进步使本国受益而使外国受损；（3）国家发展可以遵循两阶段发展路径，第一阶段发展偏向出口的技术进步，第二阶段发展偏向进口的技术进步。

此后，陆续有学者通过建立理论模型对 Hicks 的结论进行了推演。Samuelson (2004)^[2] 运用李嘉图比较优势模型讨论了中美贸易关系，认为在自由贸易的情况下，中国偏向出口的技术进步可以使两国都受益，而偏向进口的技术进步会造成美国真实人均收入的永久性损失。Samuelson 的后一结论遭到了 Jones 和 Ruffin (2008)^[3] 的反驳，他们认为随着持续的技术进步，比较优势有可能发生逆转，形成新的贸易均衡，此时先进国家也可能从中获利。Ju 和 Yang (2009)^[4] 通过李嘉图比较优势模型发现，偏向进口的技术进步在比较优势逆转前确实会损害外国福利，并进一步推演了选择偏向进口的技术进步的条件，他们认为只有偏好进口产品胜过出口产品的大国才有可能在偏向进口的技术进步中获益。可以说，Hicks 的第一个一般性结论得到了普遍认可，第二个一般性结论仅在比较优势发生逆转前成立，第三个一般性结论目前还只有 Ju 和 Yang (2009) 进行了初步的条件分析。

蔡继明等 (2021)^[5] 基于 Samuelson (2004) 的基本假定，运用广义价值论对中美贸易问题进行了进一步的分析，认为虽然偏向进口的技术进步短期内减少了美国的贸易利益，但这完全是根据比较利益率均等原则公平竞争且等价交换的结果，并且当比较优势发生逆转之后，美国的贸易利益会继续提升而不会受到永久性损失。然而，这篇文章也主要是通过具体数值模拟对偏向型技术进步的影响所做的解释性分析，尚未讨论一国选择进出口偏向型技术进步的最优条件及其影响因素。本文将依据广义价值论的比较利益率均等原则，构建一个国际贸易模型，以期揭示进出口偏向型技术进步选择的最优条件及其影响因素。在此基础上，本文运用中国分省面板数据对中国的偏向型技术进步进行测度与影响因素分析，从而评价历史发展路径并提出政策建议。

本文的创新之处有两点：其一是将比较利益率均等原则与广义价值论引入国际贸易模型，使国际贸易理论建立在国内外统一的分工交换原则与价值理论基础，为贸易利益分配提供了一个集平等与效率为一体的公平准则；其二是将要素偏向型技术进步的经验检验引入国际贸易领域，在进出口偏向型技术进步指数的构建与测度上做出了探索。

一、基于比较利益率均等原则的国际贸易模型

(一) 分工交换的产生和均衡交换比例的确定

广义价值论认为,比较利益的存在是社会分工和交换产生的基础。比较利益(Comparative Benefit,文中变量为 CB)是生产者在分工交换情况下的收益(效用)与自给自足情况下的收益(效用)的差额,或是通过交换得到的收益高于其所让渡的产品机会成本的差额。^①

以 2×2 模型(两类生产者、两种产品)为例,设生产者1生产单位产品1的劳动时间为 t_{11} ,生产单位产品2的劳动时间为 t_{12} ,生产者2生产单位产品1的劳动时间是 t_{21} ,生产单位产品2的劳动时间是 t_{22} ,均衡条件下生产者1用 x_1 单位产品1换取生产者2的 x_2 单位产品2,两种产品的交换比例为 $R_{2/1} = x_2/x_1$,则用分工交换节省的劳动时间所表示的比较利益如下式所示:

$$CB_1 = x_2 t_{12} - x_1 t_{11} > 0; CB_2 = x_1 t_{21} - x_2 t_{22} > 0$$

只有当比较利益为正时,生产者才有动机与他人交换,从而形成社会分工和商品交换的市场。而在完全竞争市场的条件下,商品的均衡交换比例是根据比较利益率均等原则确定的。

所谓比较利益率(Rate of Comparative Benefit),是比较利益的相对量,两生产者的比较利益率用公式表示如下:

$$CB'_1 = (x_2 t_{12} - x_1 t_{11})/x_1 t_{11}, CB'_2 = (x_1 t_{21} - x_2 t_{22})/x_2 t_{22}$$

由此列出两生产者(两部门、两国)比较利益率均等公式:

$$\frac{x_2 t_{12} - x_1 t_{11}}{x_1 t_{11}} = \frac{x_1 t_{21} - x_2 t_{22}}{x_2 t_{22}} \quad (1)$$

由公式(1)可推导出基于比较利益率均等原则的均衡交换比例:

$$R_{2/1} = \frac{x_2}{x_1} = \sqrt{\frac{t_{11} t_{21}}{t_{12} t_{22}}} = \sqrt{\frac{q_{12} q_{22}}{q_{11} q_{21}}} \quad (2)$$

(二) 可变分工体系下偏向型技术进步的影响因素与最优选择的条件

在一个两国两产品的模型中(用下标 i 代表国家, $i \in \{1, 2\}$;用下标 j 代表产品, $j \in \{1, 2\}$),假设两国都有生产两种产品的能力,即处于可变分工体系下,两国都是对商品价格有影响力的大国^③;假定两国的相对生产力系数即 $RP_{1/2} =$

①以下有关广义价值论的引证,如无特殊标注,均出自蔡继明(2022)^[6]。

②公式(2)中的 q_{11} 、 q_{12} 和 q_{21} 、 q_{22} 分别表示生产者1和生产者2在产品1和产品2上的绝对生产力,即传统政治经济学中所说的劳动生产力,它们分别等于前述单位产品劳动耗费的倒数: $q_{11} = 1/t_{11}$, $q_{12} = 1/t_{12}$, $q_{21} = 1/t_{21}$, $q_{22} = 1/t_{22}$ 。

③之所以都假设为大国,是因为本文将中国的对外贸易环境视为外国(国家1)与中国(国家2)两个主体之间的贸易。本文旨在研究中国问题,这一抽象假设是为了体现中国的贸易特征。

$\frac{q_{11}/q_{12}}{q_{21}/q_{22}} > 1$,^①则国家1专业化生产并出口产品1, 国家2专业化生产并出口产品2。

那么, 在初始给定的国际分工交换模式下, 国家2的最优偏向型技术进步方向是出口导向还是进口替代的呢?

设国家*i*对产品*j*的进口需求量为 x_{ij}^d , 国家*i*对产品*j*的出口供应量为 x_{ij}^s , 国家*i*对产品*j*自给自足的量为 x_{ij} , 国家2对产品*j*的研发投入为 d_j 。

假定研发使得劳动生产力提高, 国家*i*在产品*j*上提高后的绝对生产力记为 q'_{ij} , 如下式所示:

$$\begin{cases} q'_{21} = q_{21}(1 + \theta d_1)k \\ q'_{22} = q_{22}(1 + \theta d_2) \end{cases} \quad (3)$$

其中, θ 为技术转化率; k 为进出口研发效率系数=进口方向单位研发投入提高的生产力/出口方向单位研发投入提高的生产力。 $k > 1$ 表明进口方向单位研发投入提高的生产力大于出口方向单位研发投入提高的生产力; $k < 1$ 表明进口方向单位研发投入提高的生产力小于出口方向单位研发投入提高的生产力; $k = 1$ 表明研发投入任何一个方向带来的生产力进步程度相同。 k 值越大, 表明进口研发效率相对于出口越大; k 值越小, 表明进口研发效率相对于出口越小。如果进口替代产业是高质量经济活动, 那么 k 的大小会受到两个相反方向的影响, 其中正向是其生产力进步会有更高的规模效应、协同效应等, 因而进步幅度更大; 反向是其进入门槛更高, 且比较劣势产业基础更薄弱, 因而生产力进步更困难。综合而言, k 的大小难以判断, 这里仅将其作为一个外生变量, 只考虑该因子如何影响结果。对 k 的内生机制的扩展分析将是未来研究的重要方向。

首先, 有代表性的生产—消费者在给定研发投入 (d_1, d_2) 和交换比例 ($R_{2/1}$) 的情况下选择一个消费束 (x_{21}^d, x_{22})^②; 然后是社会规划者选择研发投入 (d_1, d_2) 使得效用最大化。

根据广义价值论均衡交换比例式 (2) 可知, 两国产品的交换比例为:

$$R_{2/1} = \frac{x_{22}^s}{x_{11}^s} = \sqrt{\frac{q_{12}q_{22}(1 + \theta d_2)}{q_{11}q_{21}(1 + \theta d_1)k}} \quad (4)$$

利用包络定理, 可以很容易地证明这两阶段最大化问题等价于社会规划者通过选择 ($x_{21}^d, x_{22}, d_1, d_2$) 实现效用最大化的问题 (Ju and Yang, 2009)^[4]。设 β 为消费者对产品1的效用偏好系数, L 为一国的劳动力总量, 则有:

①相对生产力系数 $RP_{1/2}$ 是两个生产者 (企业或国家) 的相对生产力 $RP_1 = q_{11}/q_{12}$ 与 $RP_2 = q_{21}/q_{22}$ 之比。 $RP_{1/2} > 1$ 表明生产者 (部门或国家) 1 和 2 分别在产品 1 和 2 的生产上具有比较优势, $RP_{1/2} < 1$ 则相反, $RP_{1/2} = 1$ 则表明双方没有比较优势, 即不存在比较利益, 没有分工交换的可能。

②国家2的生产—消费者中的消费束为 ($x_{21}^d + x_{21}, x_{22}^d + x_{22}$), 但由于完全专业化分工, 国家2不生产产品1, 国家1不生产产品2, 因此国家2的生产—消费者对产品1的消费等同于进口需求, 对产品2的消费全部来自于自给自足, 因此其消费束可直接写为 (x_{21}^d, x_{22})。

$$\max U_2 = (x_{21}^d)^\beta (x_{22})^{1-\beta} \quad (5)$$

$$s. t. \begin{cases} x_{22}^s + x_{22} = (L_2 - d_1 - d_2)q_{22}(1 + \theta d_2) \\ x_{22}^s = R_{2/1}x_{11}^s \\ R_{2/1} = \frac{x_{22}^s}{x_{11}^s} = \sqrt{\frac{q_{12}q_{22}(1 + \theta d_2)}{q_{11}q_{21}(1 + \theta d_1)k}} \\ x_{11}^s = x_{21}^d \\ x_{22}^s = x_{12}^d \end{cases}$$

约束条件可被化解为:

$$s. t. \sqrt{\frac{q_{12}q_{22}(1 + \theta d_2)}{q_{11}q_{21}(1 + \theta d_1)k}}x_{21}^d + x_{22} = (L_2 - d_1 - d_2)q_{22}(1 + \theta d_2) \quad (6)$$

给出拉格朗日方程:

$$L = (x_{21}^d)^\beta (x_{22})^{1-\beta} - \lambda \left[\sqrt{\frac{q_{12}q_{22}(1 + \theta d_2)}{q_{11}q_{21}(1 + \theta d_1)k}}x_{21}^d + x_{22} - (L_2 - d_1 - d_2)q_{22}(1 + \theta d_2) \right] \quad (7)$$

分别对 x_{21}^d 、 x_{22} 、 d_1 、 d_2 求得一阶导数条件:

$$\frac{\partial U_2(x_{21}^d, x_{22})}{\partial x_{21}^d} = \lambda R_{2/1} \quad (8)$$

$$\frac{\partial U_2(x_{21}^d, x_{22})}{\partial x_{22}} = \lambda \quad (9)$$

$$-\frac{x_{21}^d \partial R}{\partial d_1} - q_{22}(1 + \theta d_2) = 0 \quad (10)$$

$$\theta(L_2 - d_1 - d_2)q_{22} - q_{22}(1 + \theta d_2) - \frac{x_{21}^d \partial R}{\partial d_2} = 0 \quad (11)$$

从 d_1 、 d_2 的一阶导数条件中可以清楚地看到, 进口替代与出口导向的偏向型技术进步分别会带来哪些效应。公式(10)左边的前一项为偏向进口的技术进步带来的正的替代效应, 即贸易条件与价值关系的改善, 后一项为因投入研发而减少生产投入所带来的负的收入效应。公式(11)左边第一项为偏向出口的技术进步带来的正的收入效应, 第二项为因投入研发导致的负的收入效应, 第三项为负的替代效应, 即贸易条件的恶化。由此我们可以得到如下结论。

结论 1: 在遵循比较利益率均等原则的国际分工交换中, 进口替代与出口导向偏向型技术进步会给国家带来不同的效应: 偏向进口的技术进步可以为本国带来负的收入效应与正的替代效应, 并给外国带来负的替代效应, 即减少了本国可用于交换的出口产品数量, 但同时改善了本国的贸易条件, 与之对应的是恶化了外国的贸易条件; 偏向出口的技术进步可以为本国带来正的收入效应与负的替代效应, 给外国带来正的替代效应, 即增加本国可用于交换的出口产品数量, 但同时恶化了本国的贸易条件, 与之对应的是改善了外国的贸易条件。

结合上述4个一阶导数条件与预算约束条件，可以解得最优的研发投入 (d_1^* , d_2^*) 为：

$$\begin{cases} d_1^* = \frac{\beta}{4}L_2 + \frac{\beta}{2\theta} - \frac{1}{\theta} \\ d_2^* = \frac{2-\beta}{4}L_2 - \frac{\beta}{2\theta} \end{cases} \quad (12)$$

将公式 (12) 带入公式 (3)，可以推出最优的生产力进步速率 ($\frac{q_{21}^*}{q_{21}}$, $\frac{q_{22}^*}{q_{22}}$) 为：

$$\begin{cases} \frac{q_{21}^*}{q_{21}} = (1 + \theta d_1^*)k = \frac{\beta k}{4}\theta L_2 + \frac{\beta k}{2} \\ \frac{q_{22}^*}{q_{22}} = 1 + \theta d_2^* = \frac{2-\beta}{4}\theta L_2 + \frac{2-\beta}{2} \end{cases} \quad (13)$$

可以看到，进口方向的最优生产力进步速率 $\frac{q_{21}^*}{q_{21}}$ 与对进口产品的偏好程度 β 、进出口研发效率系数 k 成正比，出口方向的最优生产力进步速率 $\frac{q_{22}^*}{q_{22}}$ 与对出口产品的偏好程度 $1-\beta$ 正相关。

进一步，可以推出国家2选择偏向型技术进步方向的最优化条件：比较最优条件下比较优势产品的相对生产力 $\frac{q_{22}^*}{q_{21}^*}$ 与原相对生产力 $\frac{q_{22}}{q_{21}}$ ，若前者大于后者，则更适合偏向出口的技术进步；若前者小于后者，则更适合偏向进口的技术进步；若前者等于后者，则适合齐头并进（中性）的技术进步。

依照这一逻辑，结合公式 (13)，可推出比较优势产品的相对生产力的变化程度：

$$\frac{\frac{q_{22}^*}{q_{21}^*}}{\frac{q_{22}}{q_{21}}} = \frac{q_{22}^*}{q_{22}} \cdot \frac{q_{21}}{q_{21}^*} = \frac{2-\beta}{\beta k} \quad (14)$$

根据公式 (14) 数值的大小可以有如下三个选择：

(1) 当 $\frac{2-\beta}{\beta k} > 1$ 时，此时 $\frac{q_{22}^*}{q_{21}^*} > \frac{q_{22}}{q_{21}}$ ，适合强化比较优势，采用偏向出口的技术进步；

(2) 当 $\frac{2-\beta}{\beta k} < 1$ 时，此时 $\frac{q_{21}^*}{q_{22}^*} > \frac{q_{21}}{q_{22}}$ ，适合弱化比较劣势，采用偏向进口的技术进步；

(3) 当 $\frac{2-\beta}{\beta k} = 1$ 时, 此时 $\frac{q_{22}^*}{q_{21}^*} = \frac{q_{22}}{q_{21}}$, 适合采用齐头并进的技术进步。

从以上分析中发现, 一国对进口品的偏好程度 β 越高, 进口方向研发效率系数 k 越高, 则更可能采用偏向进口的技术进步; 相反, 一国对出口品的偏好程度 β 越高, 出口方向研发效率系数 k 越高, 则更可能采用偏向出口的技术进步。

由图 1 可以更直观地看到, 给定对进口品的偏好程度 β , 进出口研发效率系数 k 在函数曲线以下时, 即图 1 中阴影部分, 适合采用偏向出口的技术进步; 进出口研发效率系数 k 在函数曲线以上时, 即图 1 中空白部分, 适合采用偏向进口的技术进步; 进出口研发效率系数 k 正好落在函数曲线上时, 适合采用齐头并进的技术进步。

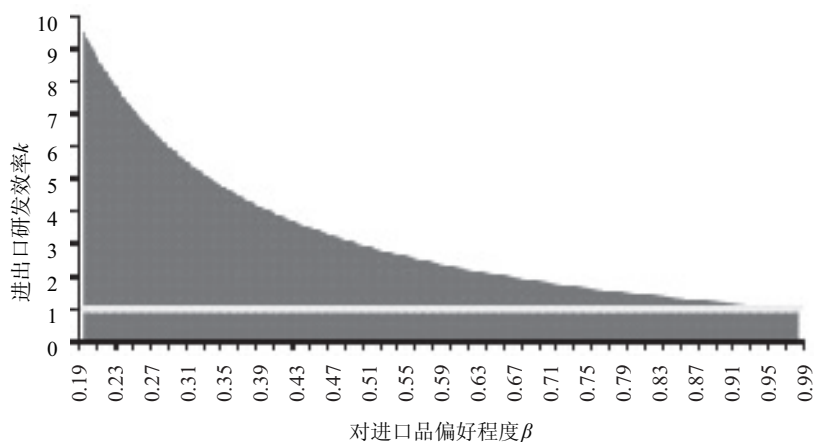


图 1 偏向型技术进步方向的选择

本文利用几组模拟数据做进一步分析。给定以下几种对进口品的偏好程度, 若适合采用偏向进口的技术进步, 需满足: $\beta = 1$ 时, $k > 1$; $\beta = 0.75$ 时, $k > 1.67$; $\beta = 0.5$ 时, $k > 3$; $\beta = 0.25$ 时, $k > 7$ 。除了只偏好进口品的极端情况之外, 在进口方向单位研发投入都必须带来更大幅度的生产力进步才可能实施偏向进口的技术进步, 并且对进出口研发效率系数 k 的要求随着对进口品偏好程度 β 的下降而边际递增: 当对进口品偏好程度从 0.75 降至 0.5 时, 进出口研发效率系数必须从大于 1.67 提至大于 3, 才会继续选择偏向进口的技术进步。反观适合偏向出口的技术进步的条件, 除了完全不偏好出口品的极端情况之外, 只要进出口研发效率系数 $k = 1$ 就可以保障实施, 而且这一要求随着对出口品偏好程度的上升而边际递减: 当对出口品的偏好程度 $(1 - \beta)$ 为 0.5 时, 进出口研发效率系数 k 只需不高于 3; 对出口品的偏好程度上升至 0.75 时, 进出口研发效率系数 k 只需不高于 7, 就能让偏向出口的技术进步成为最优选择。

通过以上基于广义价值论国际贸易模型的分析, 可以从三个偏向型技术进步的选择条件中得到以下结论。

结论2:参与国际分工后,为了使本国福利最大化,选择偏向出口还是进口的技术进步路径,取决于国家偏好与进出口研发效率系数。一国越偏好进口品,进出口研发效率系数越高,则越有可能选择偏向进口的技术进步;反之,则越有可能选择偏向出口的技术进步。

二、中国偏向型技术进步的路径选择及影响因素

接下来考察中国1996—2020年的技术进步路径是偏向出口导向还是进口替代,并检验其与进出口研发效率系数的关系是否与模型结论相契合。

在经验检验中,偏向型技术进步通常是通过要素偏向型技术进步进行测算的。要素偏向型技术进步是指,如果技术进步的发生使得某一要素的边际产出获得了更高的增长,那么可以认定技术进步偏向于该要素(Acemoglu, 2002^[7]; Doraszelski and Jaumandreu, 2018^[8])。在广义价值论框架中,专业化生产并出口哪一种产品是由比较优势决定的,因而偏向比较优势要素的技术进步与偏向出口的技术进步是一致的,偏向比较劣势要素的技术进步与偏向进口的技术进步是一致的。

由此确定本文经验检验的思路是:首先考察我国的比较优势要素与比较劣势要素及其演变路径,再通过用比较优势要素偏向型技术进步代表偏向出口的技术进步、比较劣势要素偏向型技术进步代表偏向进口的技术进步的方法,测算出我国的进出口偏向型技术进步,并进行后续的回归与结果分析。

(一) 中国比较优势要素的演变

余淼杰(2018)^[9]通过对我国现实贸易数据的研究发现,我国的出口结构变化可分为四个阶段:第一阶段(1978—1985年)出口农产品;第二阶段(1985—1995年)出口劳动力密集型产品;第三阶段(1995—2001年)开始出口资本密集型产品;第四阶段即2001年中国加入世贸组织后,高科技产品的出口快速上升。同时,该文使用Balassa(1965)^[10]显示性比较优势指数(RCA)测度了我国的动态比较优势产业,发现劳动力密集型产业一直维持着比较优势,资本密集型产业在1995年后转变为比较优势,而高技术产业尚未形成比较优势。

国内不少学者也测度了中国制造业中不同要素集中度产业的比较优势,发现劳动力密集型产业是中国最具有比较优势的产业,而技术密集型产业依然存在明显的比较劣势(戴翔, 2019^[11]; 黄先海, 2006^[12])。

综合考虑,本文选择1996—2020年的劳动力与技术两要素进行偏向型技术进步指数的测算。其中,劳动力要素是比较优势要素,技术要素是比较劣势要素。

(二) 中国偏向型技术进步指数测度

1. 测算方法选择

偏向型技术进步指数的测算方法主要有标准化供给面系统法、数据包络分析法与随机前沿分析三种方法。本文选择超越对数函数的随机前沿分析方法进行测算。相比另外两种方法,该方法允许要素替代弹性可变,从而更符合现实,也被国内外诸多学者如Karanfil和Yeddir-Tamsamani(2010)^[13]、王班班和齐绍洲(2014)^[14],

张月玲和叶阿忠 (2014), 李新安和李慧 (2022)^[16] 等所采用。

借鉴张月玲和叶阿忠 (2014) 测算偏向型技术进步的方法, 本文首先将检验模型构建为超越对数函数:

$$\begin{aligned} \ln Y_{it} = & \beta_0 + \beta_N \ln N_{it} + \beta_S \ln S_{it} + \beta_T T_{it} + \frac{1}{2} \beta_{NN} (\ln N_{it})^2 + \frac{1}{2} \beta_{SS} (\ln S_{it})^2 \\ & + \frac{1}{2} \beta_{TT} T_{it}^2 + \beta_{NS} \ln N_{it} \ln S_{it} + \beta_{TN} T_{it} \ln N_{it} + \beta_{TS} T_{it} \ln S_{it} + \varepsilon_{it} \end{aligned} \quad (15)$$

其中, Y_{it} 、 N_{it} 、 S_{it} 、 T_{it} 分别代表我国各省的产出规模、劳动力投入、技术投入与技术进步; β_0 代表固定效应; β_N 、 β_S 、 β_T 代表变量的积累效应; β_{NN} 、 β_{SS} 、 β_{TT} 代表变量的规模效应; β_{NS} 、 β_{TN} 、 β_{TS} 代表变量间的交叉效应; ε_{it} 代表随机扰动项。

通过随机前沿分析法 (SFA) 进行回归可以得到上式中的系数参数, 然后根据公式 (16) — (18) 即可推得偏向型技术进步指数 $Bias_{SNit}$:

$$\varepsilon_{S_{it}} = \frac{\partial \ln Y_{it}}{\partial \ln S_{it}} = \beta_S + \beta_{SS} \ln S_{it} + \beta_{KS} \ln K_{it} + \beta_{TS} T_{it} \quad (16)$$

$$\varepsilon_{N_{it}} = \frac{\partial \ln Y_{it}}{\partial \ln N_{it}} = \beta_N + \beta_{NN} \ln K_{it} + \beta_{NS} \ln S_{it} + \beta_{TN} T_{it} \quad (17)$$

$$Bias_{SNit} = \dot{\varepsilon}_{S_{it}} - \dot{\varepsilon}_{N_{it}} = \frac{\frac{\partial \ln Y_{it}}{\partial T_{it} \ln S_{it}}}{\frac{\partial \ln Y_{it}}{\partial \ln S_{it}}} - \frac{\frac{\partial \ln Y_{it}}{\partial T_{it} \ln N_{it}}}{\frac{\partial \ln Y_{it}}{\partial \ln N_{it}}} = \frac{\beta_{TS}}{\varepsilon_{S_{it}}} - \frac{\beta_{TN}}{\varepsilon_{N_{it}}} \quad (18)$$

其中, $\varepsilon_{S_{it}}$ 、 $\varepsilon_{N_{it}}$ 分别为各要素的产出弹性; $Bias_{SNit}$ 为偏向型技术进步指数, 当 $Bias_{SNit} > 0$ 时, 技术进步偏向技术要素, 即偏向进口替代; 当 $Bias_{SNit} < 0$ 时, 技术进步偏向劳动力要素, 即偏向出口导向。

2. 数据处理与指数测算

本文选取我国 30 个省份 1996—2020 年的数据进行测算, 重庆与港澳台数据缺失严重, 因而没有纳入样本。样本数据统一以 1978 年为基期进行价格调整。数据来源于国家统计局、EPS 数据库、CEIC 数据库、《中国国内生产总值核算历史资料 (1952—2004)》《新中国 60 年统计资料汇编》。对相关变量数据按照如下方式进行处理。

对于产出规模 Y (1978 年为 100), 本文选取国家统计局披露的国民生产总值指数来衡量, 并以 1978 年为基期进行调整。

对于技术要素, 即技术投入 S , 鉴于目前已有不少成熟研究将劳动力按照学历区分为技能型劳动力与非技能型劳动力来研究技能偏向型技术进步, 如 Haskel 和 Slaughter (2002)^[17], 宋冬林等 (2010)^[18], 张月玲和叶阿忠 (2014) 等。本文认为, 技术密集型产业相比起其他行业, 对技能型劳动力的密集投入有更大的需求, 因此可以选择用技能型劳动力来代表技术投入, 具体表示为学历为高中以上 (不含高中) 的就业人口。分省就业人数的数据来自于《新中国 60 年统计资料汇编》与 CEIC 数据库; 分省就业人口中的教育程度数据来自于 EPS 数据库。

对于劳动力要素，即劳动力投入 N ，为了与技术要素的数据不产生关联，本文选择以非技能型劳动力而非总劳动力来测算，这与现实情况也较为吻合：根据黄先海（2006）的测算，中国稳定处于最具比较优势地位的产业是服装及其他纤维制品制造业，这是典型的非技能型劳动力密集型产业。具体表示为学历为高中及高中以下的就业人口。

对于技术进步 T ，采用时间趋势 $T=1, 2, 3\cdots$ 来表示（张月玲和叶阿忠，2014）。

3. 测算结果

本文用随机前沿模型对超越对数函数式（15）进行回归，其相关系数结果如表 1 所示。

表 1 超越对数生产函数的随机前沿模型回归结果

	产出规模		产出规模
技术投入	0.368 ^{***} (0.102)	1/2 时间平方项	-0.001 ^{***} (0.009)
劳动力投入	0.848 ^{***} (0.280)	技术、劳动力交叉项	-0.065 ^{***} (0.019)
时间趋势	0.079 ^{***} (0.012)	时间、技术交叉项	-0.003 [*] (0.001)
1/2 技术平方项	0.035 ^{***} (0.012)	时间、劳动力交叉项	0.007 ^{***} (0.002)
1/2 劳动力平方项	-0.067 [*] (0.041)	常数项	1.832 [*] (0.998)
样本总数	750	样本总数	750

注：括号内为标准误差，上标^{***}、^{**}和^{*}分别表示在 1%、5%和 10%水平上显著，下同。

利用随机前沿模型得到的参数结果，根据公式（16）—（18）可得技术与劳动力的要素产出弹性，并最终推得技术相对于劳动力的偏向型技术进步指数。为了清晰直观地展示测度结果，本文使用所有省份的平均值作为代表刻画了我国 1996—2020 年技术相对于劳动力的偏向型技术进步路径（见图 2）。可以看到，中国的技术进步路径整体上持续地偏向于劳动力要素，这意味着我国近 24 年内的技术进步路径是偏向出口导向的。在现实发展中，在过去 24 年里，中国的确在不断推动高质量对外开放，从加入世界贸易组织，到共建“一带一路”，再到打造多个自由贸易试验区，中国都在持续优化开放布局、搭建贸易平台、放宽市场准入，均体现出中国建设开放型经济的发展战略。

结合结论 1 可知，在整体上持续偏向出口导向的技术进步路径下，我国的比较优势不断扩大，在贸易中获得的贸易利益不断增长，同时还会持续改善他国的贸易条件，与他国形成了互利互惠的良性贸易关系。

进一步地，本文要考察偏向型技术进步的影响因素。根据本文的模型结论 2，技术（ S ）密集型产业相对于传统的劳动力（ N ）密集型产业的创新效率变化会对偏向型技术进步指数 $Bias_{SN}$ 产生显著的正向影响。本文将基于经验数据考察过去影响中国偏向型技术进步的现实因素，并评价其与本文所依据的经济理论的契合度。

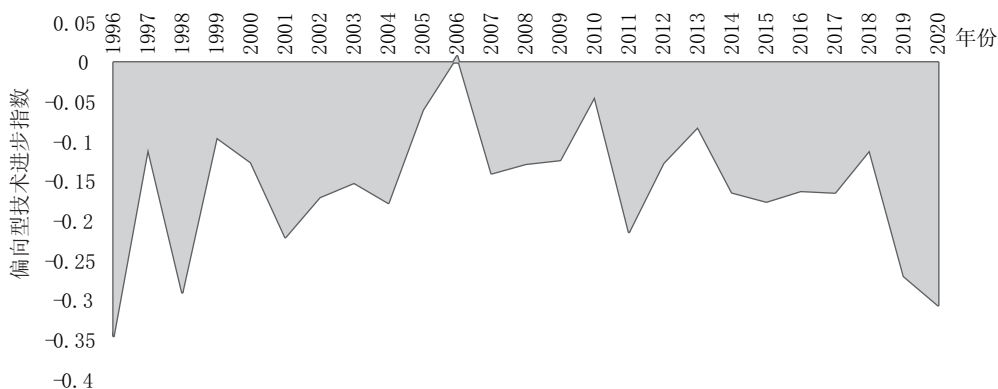


图2 1996—2020年中国偏向型技术进步路径

(三) 偏向型技术进步的影响因素

由于重庆、西藏、新疆、港澳台在1996—2019年期间的数据存在缺失且难以补齐，本文选用1996—2019年我国28个省份的面板数据，构建以下计量模型来对中国偏向型技术进步的影响因素进行回归分析。

$$\ln Bias_{SNI_t} = \beta_0 + \beta_1 L2. \ln TE_{it} + \beta_2 \ln Trade_{it} + \beta_3 \ln ES_{it} + \beta_4 \ln RD_{it} + \beta_5 \ln OS_{it} + \mu_i + \tau_t + \varepsilon_{it} \quad (19)$$

其中， i 为省份， t 为时间，被解释变量 $Bias_{SNI_t}$ 为技术相对于劳动力的偏向型技术进步， μ_i 、 τ_t 、 ε_{it} 分别表示省份间差异的个体效应、随时间变化的时间效应与其他干扰项。

1. 变量选取及描述性统计

基础模型共涉及5个解释变量，包括1个主要解释变量 TE 与其余4个控制变量。各解释变量的定义与处理如下。

(1) 相对研发创新效率 (TE)。指技术密集型产业相对于传统产业的研究创新效率，对应于公式(14)中的 k ，即结论2中的进出口研发效率系数。本文按照中国工业行业类别和《高技术产业（制造业）分类》目录，将技术密集型产业从工业行业中提取出，并将剩余的其他工业产业被划分为传统产业。样本口径为大中型或规模以上工业企业数据。指标采用各省“新产品销售收入与研发人员全时当量之比”来测算技术密集型产业与传统产业的研究创新效率，并用各省技术密集型产业研究创新效率除以各省传统产业创新效率得到相对研发创新效率 TE 。相关数据来源于《中国科技年鉴》与《中国高科技产业年鉴》。在具体分析中，我们发现相对研发创新效率对因变量的影响有时滞效应，因此对该变量的对数做滞后2期的处理。

(2) 贸易开放度 ($Trade$)。学界已有大量经验研究表明，贸易开放程度对偏向型技术进步有显著影响（张莉等，2012^[19]；王燕和陈欢，2015^[20]）。本文用各省份“进出口总量与地区生产总值之比”作为度量指标。

(3) 企业规模 (ES)。已有研究发现，企业规模与偏向型技术进步具有正相关

关系 (Antonelli and Scellato, 2015)^[21]。本文运用各省份“规模以上工业企业主营业务收入与规模以上工业企业数量之比”作为度量指标。

(4) 研发强度 (RD)。杨翔等 (2019)^[22] 发现, 研发内部投入是推动中国获取偏向型技术进步的重要途径。因此, 本文加入各省份“研发经费内部支出与地区生产总值之比”这一指标作为解释变量。

(5) 国有经济占比 (OS)。王燕和陈欢 (2015) 发现国有经济占比的降低与偏向型技术进步显著相关。Song 和 Wang (2016)^[23] 提出, 国有经济会加快环境偏向型技术进步。本文以各省份“国有及国有控股工业企业的所有者权益与规模以上工业企业所有者权益之比”来代表国有经济占比指标。

以上 4 个控制变量的相关数据来源于国家统计局与《中国工业统计年鉴》。各解释变量的相关数据经过处理后, 其描述性统计结果见表 2。

表 2 解释变量的描述性统计

变量	变量含义	样本量	均值	标准差	最小值	最大值
L2. $\ln TE$	滞后 2 期的创新效率的对数	608	0.4880	1.3183	-5.1840	4.0380
$\ln Trade$	贸易开放度的对数	672	-5.7214	1.0567	-8.2226	-3.3499
$\ln ES$	企业规模的对数	672	0.1078	1.0875	-3.1649	1.9597
$\ln RD$	研发强度的对数	672	4.0110	1.6633	-2.0455	7.7471
$\ln OS$	国有经济占比的对数	672	-0.6728	0.4636	-1.9389	0.3884

从表 2 中可以看出, L2. $\ln TE$ 、 $\ln Trade$ 、 $\ln RD$ 、 $\ln ES$ 的极值之间差距较大, $\ln OS$ 的极值之间差距较小, 说明中国各个省份在研发效率、贸易开放度、研发投入与企业规模上存在显著差异, 各省在国有经济占比上差异较小。相比于极值差异, 5 个解释变量的标准差都较小, 说明解释变量的离散程度较低, 均值具有较高的代表性。

2. 模型回归分析与稳健性检验

通过 Hausman 检验发现, 本文的面板数据最适合于混合截面模型, 其次是随机效应模型, 因此本文首先使用混合截面模型对基础模型进行检验, 回归结果见表 3 列 (1)。为了检验回归的稳健性, 一方面, 本文使用随机效应模型再次进行检验, 检验结果在表 3 列 (2); 另一方面, 本文增添了东部地区 ($east$)、中部地区 ($middle$)、东北地区 ($northeast$) 与西南地区 ($southwest$)^① 四个虚拟变量, 考察不同地理分区对因变量的影响, 回归结果展示在表 3 列 (3) 中。

列 (1) 随机效应模型的回归结果显示: 滞后 2 期的技术密集型产业相对于研发创新效率变量的系数显著为正, 说明技术密集型产业相对于研发创新效率的提高

①东部地区 ($east$) 包括北京、天津、河北、上海、江苏、浙江、安徽、福建、山东与广东; 中部地区 ($middle$) 包括山西、江西、河南、湖南、湖北与海南; 东北地区 ($northeast$) 包括辽宁、吉林与黑龙江; 西南地区 ($southwest$) 包括广西、四川、贵州与云南; 剩余的西北地区 ($northeast$) 包括内蒙古、陕西、甘肃、青海与宁夏。为避免共线性, 本文选取前四个地区建立虚拟变量。

会在两年后对偏向于技术的技术进步产生推动作用，回归结果与结论 2 相契合，说明中国的偏向型技术路径的选择与本文经济理论中的最优选择是一致的；贸易开放程度变量的系数显著为负，说明贸易开放程度与偏向出口导向的程度正相关，本文可以从进口品偏好或需求的角度对其进行解释：两国形成贸易，意味着两国对于进口品都存在偏好或需求，对外开放程度越高，就能够获取越充足的进口品，从而对进口品的需求就越容易得到满足，因而没有动力实行进口替代；反之，如果开放程度降低，那么对于进口品的需求就需要在国内生产，从而被动地向进口替代发展；企业规模变量的系数显著为正，说明企业规模越大，就越能促进偏向技术的技术进步；研发投入变量的系数显著为负，说明目前中国的研发投入主要还是在提高劳动力密集型产业的技术水平上取得成效。

表 3 模型检验结果

变量	(1)	(2)	(3)
<i>I2. lnTE</i>	0.093 *** (0.025)	0.063 ** (0.027)	0.082 *** (0.025)
<i>lnTrade</i>	0.081 ** (0.032)	0.063 (0.048)	0.036 (0.044)
<i>lnES</i>	0.157 *** (0.045)	0.128 ** (0.053)	0.158 *** (0.050)
<i>lnRD</i>	-0.097 *** (0.028)	-0.092 ** (0.041)	-0.105 *** (0.030)
<i>lnOS</i>	-0.122 (0.083)	-0.101 (0.119)	-0.160 * (0.086)
<i>east</i>			0.055 (0.131)
<i>middle</i>			-0.173 * (0.095)
<i>northeast</i>			0.037 (0.115)
<i>southwest</i>			-0.056 (0.100)
<i>C</i>	0.508 ** (0.243)	0.421 (0.357)	0.286 (0.308)
样本量	584	584	584
模型	混合截面	随机效应	混合截面
Hausman 检验	Prob>chi2 = 0.1499	Prob>chi2 = 0.9515	
R ²	0.046	0.044	0.058

列 (2) 混合截面模型的回归结果与列 (1) 混合截面模型大体一致，仅贸易开放程度的显著性有所降低。列 (3) 增加了虚拟变量的回归结果且与列 (1) 基础模型结果大体一致，贸易开放程度的显著性同样有所降低，同时国有经济占比的

显著性有所提升。从中能够发现，中部地区的技术进步路径相比起其他地区显著地更偏向于出口导向。总体而言，回归结果是稳健的。

三、拓展研究：建立完整产业体系的重要性

一国产业体系中缺失环节从无到有的过程是偏向型技术进步的一个特殊情况，或者说是初始情况。蔡继明等（2012）^[24]所建立的广义价值论的分工体系模型，原本是用于揭示不同分工体系下价值决定问题的，在此也可用于说明建立独立自主且相对完整产业体系的重要性。

对比不同分工体系模型，可变分工 v 、不变分工 c 与混合分工 m 三种体系的均衡交换比例（交换能力）有如下比较关系： $R_{2,1}^v > R_{2,1}^m, R_{2,1}^c > R_{2,1}^m$ 。从中可以看到，与所有国家都是不变分工或所有国家都是可变分工的世界体系中的国家相比，在混合分工的世界体系中的不变分工国家的贸易条件是最恶劣的。由于其在混合分工体系中的生产能力较为单一而具有较弱的独立自主能力，同时在更大程度上依赖于分工和交换关系，因此，该国的产品换取对方国家产品的能力相较于可变分工和不变分工体系更弱，该国产品的广义价值也较低。反之，在混合分工体系中拥有宽泛生产能力的国家的产品广义价值则相对地高于其他分工体系，异质劳动折算能力更强，因此可以用更少的劳动换取其他国家更多的劳动。不仅如此，根据李亚鹏（2010）^[25]与蔡继明等（2012）的研究可以得出，三种分工体系的国家在一起进行贸易时，可变分工体系永远处于优势。

因此，建立起独立自主且相对完整的产业体系有重要意义，可以使一国从混合分工体系下的不变分工国向可变分工体系下的可变分工国转变，从而改善贸易条件，提高异质劳动折算能力。由此得到以下结论。

结论3：对于大国而言，建立相对完整的产业体系，而后发挥比较优势，比缺乏独立自主能力时一味追求比较优势，能够得到更好的贸易条件，更高的异质劳动折算能力，从而可以得到更多的贸易利益，增进国民财富。

四、结 论

本文根据比较利益率均等原则，构建了均衡的国际贸易模型，分析了在公平贸易的情况下—国进出口偏向型技术进步的效应与最优选择。结果发现，对于一个大国而言，一国越偏好进口品，进出口研发效率系数越大，则越有可能选择偏向进口的技术进步；反之，则越有可能选择偏向出口的技术进步。

接着，本文利用超越对数函数计量回归得到了我国的进出口偏向型技术进步指数，并对主要解释变量进出口研发效率系数与因变量进出口偏向型技术进步的关系进行了检验。在广义价值论的模型设定中，偏向出口方向等同于偏向比较优势要素，偏向进口方向等同于偏向比较劣势要素，因此本文在界定了要素的比较优劣势后，以要素偏向型技术进步指数来代表因变量，以要素密集型产业的相对研发效率来代表主要解释变量。

纵观整个检验结果，中国在近24年里选择的是偏向出口导向的技术进步路径，这与中国的现实贸易举措是一致的，体现出中国建设开放型经济的发展战略。从影响因素的回归结果来看，中国偏向出口导向的技术进步路径的变化与进口替代产业的相对研发创新效率等因素显著相关，这与本文所依据的经济理论是契合的，本文认为过去中国在给定的发展阶段与客观环境条件下选择了最优技术进步路径。

对于改革开放后中国贸易战略及其背后支撑的发展理论，本文基于广义价值论的贸易模型做出了解释。首先在改革开放前，中国建立了相对完整的工业体系，改善了中国的贸易条件，为改革开放后长期的贸易发展与财富积累打下了坚实的基础；改革开放后，中国积极融入经济全球化与世界大循环，贸易政策存在出口导向，也存在进口替代，但在整体取向上是偏向出口导向的，通过发挥比较优势的作用积极利用外资与国外市场，同时也将资本密集型产业逐步升级为比较优势产业(余森杰, 2018)^[9]。中国把握住了正确的贸易政策取向，因而也取得了卓越的贸易政策绩效与经济发展成就，所依据的发展理论就是从静态向动态扩展的比较优势原理。

但是，必须认识到的是，改革开放的前30年中，中国能够在偏向出口导向的技术进步路径中顺利实现资本密集型产业从比较劣势到比较优势的转型升级，与早期建成了相对完整的工业体系是密不可分的，也与开放的国际环境息息相关。而近10年来，我国在向技术密集型产业升级的过程中遭遇了“卡脖子”问题与中美贸易摩擦，所面临的是与历史经验不同的全新的挑战。

如今，中国对于对外开放的诉求已经不止于充分发挥比较优势获取贸易利益，还在于要推进高水平对外开放，推动经济实现量的合理增长和质的有效提升。同时，面对贸易保护主义，如何防止偏向出口导向的技术进步当中的不足之处，走出可持续发展的贸易之路成为了当务之急。针对当前的贸易政策取向与国际形势冲击，本文提出如下三点政策建议。

第一，面对贸易保护主义抬头的国际环境，中国首先应该争取推进互利共赢的友好贸易关系，为继续依托中国现有比较优势、积极利用外资与国内资源创造外部条件。中国拥有超大规模市场优势，有产业体系配套完善的供给优势，有丰富的人力优势，有领先世界的数字经济优势，这些都是中国的比较优势甚至是绝对优势，短时期内难以被其他国家赶超。现阶段内中国适合走偏向出口导向的发展道路，首先需要创造与维护外部条件，让中国能够充分利用国内资源，以国内大循环吸引全球资源要素，吸引与留存高质量外资，提升贸易投资合作质量和水平，推进高水平对外开放。

第二，整合更多资源来加快建设现代化产业体系，解决“卡脖子”问题，提高博弈力量以应对遏制打压。相比起将主要资源投入到强化比较优势以获取贸易利益的路径，优先将资源调度到研发进口替代产品，攻克短板，再投入到专业化分工交换中是更加可持续的。此时中国的发展重心就要适时从融入国际产业链转向构建

国内价值链与供应链，通过牺牲短期的贸易利益为长期的经济可持续发展打下基础。

第三，政府需要做好对动态比较优势的跟踪与识别，在偏向进口替代的技术进步存在驱动力的转型期与瓶颈期，适时提供有效助推与支持。中国在近24年里适时选择了偏向出口导向的技术进步路径，但如今的贸易环境发生了重大改变，贸易保护主义兴起，因而对于部分进口品需要尽快实现自给自足，从而逐渐形成了技术进步从偏向出口向偏向进口转型的驱动力。此时政府需要为贸易政策转型提供更加有效的助推与支持。

[参考文献]

- [1] HICKS J. An Inaugural Lecture [J]. *Oxford Economic Papers*, 1953, 5 (2): 117-135.
- [2] SAMUELSON P A. Where Ricardo and Mill Rebut and Confirm Arguments of Mainstream Economists Supporting Globalization [J]. *Journal of Economic Perspectives*, 2004, 18 (3): 135-146.
- [3] JONES R W, RUFFIN R J. The Technology Transfer Paradox [J]. *Journal of International Economics*, 2008, 75 (2): 321-328.
- [4] JU J, YANG X. Hicks Theorem: Effects of Technological Improvement in the Ricardian Model [J]. *International Review of Economics & Finance*, 2009, 18 (2): 239-247.
- [5] 蔡继明, 陈臣, 王勇, 等. 论技术进步对贸易模式和贸易利益的影响——一个不同于萨缪尔森的分析框架 [J]. *国际贸易问题*, 2021 (12): 1-18.
- [6] 蔡继明. 从狭义价值论到广义价值论 (修订版) [M], 北京: 商务印书馆, 2022.
- [7] ACEMOGLU D. Directed Technical Change [J], *Review of Economic Studies*, 2002, 69 (4): 781-809.
- [8] DORASZELSKI U, JAUMANDREU J. Measuring the Bias of Technological Change [J]. *Journal of Political Economy*, 2018, 126 (5).
- [9] 余森杰. 中国对外贸易的奇迹: 40年开放强国之路 [M]. 上海: 格致出版社, 2018: 14-17.
- [10] BALASSA B. Trade Liberalisation and “Revealed” Comparative Advantage [J]. *Manchester School*, 1965, 33 (2): 99-123.
- [11] 戴翔. 中国制造业国际竞争力——基于贸易附加值的测算 [J]. *中国工业经济*, 2015 (1): 78-88.
- [12] 黄先海. 中国制造业贸易竞争力的测度与分析 [J]. *国际贸易问题*, 2006 (5): 12-16.
- [13] KARANFIL F, YEDDIR-TAMSAMANI Y. Is Technological Change Biased Toward Energy? -A Multi-sectoral Analysis for the French Economy [J]. *Energy Policy*, 2010, 38 (4): 1842-1850.
- [14] 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, 49 (2): 115-127.
- [15] 张月玲, 叶阿忠. 中国的技术进步方向与技术选择——基于要素替代弹性分析的经验研究 [J]. *产业经济研究*, 2014 (1): 92-102.
- [16] 李新安, 李慧. 外资引入、技术进步偏向影响了制造业的碳排放吗? ——来自我国27个制造业面板数据模型的实证检验 [J]. *中国软科学*, 2022 (1): 159-170.
- [17] HASKEL J E, SLAUGHTER M J. Does the Sector Bias of Skill-biased Technical Change Explain Changing Skill Premia? [J]. *European Economic Review*, 2002, 46 (10): 1757-1783.
- [18] 宋冬林, 王林辉, 董直庆. 技能偏向型技术进步存在吗? ——来自中国的经验证据 [J]. *经济研究*, 2010, 45 (5): 68-81.
- [19] 张莉, 李捷瑜, 徐现祥. 国际贸易、偏向型技术进步与要素收入分配 [J]. *经济学 (季刊)*, 2012, 11 (2): 409-428.
- [20] 王燕, 陈欢. 技术进步偏向、政府税收与中国劳动收入份额 [J]. *财贸研究*, 2015, 26 (1): 98-105.

- [21] ANTONELLI C, SCCELLATO G. Firms Size and Directed Technological Change [J], *Small Business Economics*, 2015, 44 (1): 207-218.
- [22] 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, 36 (4): 101-119.
- [23] SONG M, WANG S. Can Employment Structure Promote Environment-biased Technical Progress? [J]. *Technological Forecasting and Social Change* [J], 2016, 112 (C): 289-292.
- [24] 蔡继明, 李亚鹏, 林森. 分工体系与广义价值决定 [J]. *南开经济研究*, 2012 (6): 12.
- [25] 李亚鹏. 劳动异质性、社会分工与广义价值 [D]. 北京: 清华大学, 2010.
- [26] 陶长琪, 陈伟, 郭毅. 新中国成立 70 年中国工业化进程与经济发展 [J]. *数量经济技术经济研究*, 2019, 36 (8): 24.

Effects and Path Selection of Import-export Biased Technological Progress: Theoretical Model and Empirical Analysis

CAI Jiming CAO Yueyang LIU Leyi

Abstract: This paper constructs an international trade model that takes into account both efficiency and equality based on the principle of equal rate of comparative advantage. The model is used to study the effects and selection of import-export biased technological progress. Using provincial-level data from China from 1996 to 2019, this paper employs stochastic frontier analysis to estimate the index of import-export biased technological progress and its influencing factors. The results show that over the past 24 years, China has chosen a path of technological progress biased towards exports, which is significantly related to factors such as relatively low research and development innovation efficiency in import-substitution industries. The paper argues that in recent years, China has chosen the optimal path of technological progress given its stage of development and environmental conditions, and the underlying development theory is based on the principle of comparative advantage that combines static and dynamic (alternating) advantages. In the face of new challenges which are different from historical experiences, China needs to timely adjust its development focus towards import substitution rather than relying and strengthening on export-oriented approach.

Keywords: International Trade; Biased Technological Progress; Equal Rate of Comparative Advantage; Stochastic Frontier Analysis

(责任编辑 白光)