引用格式：汪子枭，刘佳宁. 新兴经济体偏向型技术进步影响产业结构变迁研究：机理分析与中国证据[J]. 技术经济，2026，45(3)：34-48.
Wang Zixiao，Liu Jianing. Impact of factor-biased technological change on industrial structure transformation in emerging economies：Mechanism analysis and evidence from China[J]. Journal of Technology Economics，2026，45(3)：34-48.

新兴经济体偏向型技术进步影响产业结构变迁研究：机理分析与中国证据

汪子枭[1]，刘佳宁[2]
（1. 上海社会科学院应用经济研究所，上海 200030；2. 广东省社会科学院财政金融研究所，广州 510630）

摘 要：供给侧是研究结构变化的重要切入点，其中技术进步偏向性对产业结构变迁的影响机制尤其关键。与已步入平稳期的发达国家不同，新兴经济体仍处于经济高速增长或向高质量发展转型阶段，要素替代弹性高、发展灵活性强。中国作为全球最大的新兴经济体，正处于转型关键期，要素结构与政策导向具有代表性。本文聚焦新兴经济体，基于其高要素替代弹性特征与差异化的要素技术进步率，建立两部门嵌套生产函数模型，考察在资本-劳动要素替代弹性既定条件下，偏向型技术进步通过改变资本与劳动技术效率之比，对产业结构变迁的作用机制。理论推导和数值模拟表明，偏向型技术进步通过“资源配置效应”“资本密集效应”“产出规模效应”三大路径推动产业结构变迁。当相对资本密集型部门的资本技术效率上升更快时，该部门产业间的资本占比及其内部资本密集程度均会提高，其产业间的产出占比则会相应降低，进而促使相对劳动密集型部门生产规模扩大。若将相对资本密集型部门设定为制造业，相对劳动密集型部门设定为服务业，此变迁过程符合产业结构优化导向。并进一步以中国为案例的计量检验验证了上述相关机制。研究结果为新兴经济体产业政策制定与可持续发展提供参考，也为技术创新推动中国式现代化产业体系建设提供启示。

关键词：新兴经济体；技术进步偏向；要素技术效率；要素替代弹性；产业结构变迁；资源配置效应；资本密集效应；产出规模效应

中图分类号：F121.3 **文献标志码**：A **文章编号**：1002-980X(2026)03-0034-15

DOI：10.12404/j.issn.1002-980X.J24081514

一、引言

当前，全球经济格局深度调整，产业链加速重构，数字技术与实体经济加深融合。在此背景下，处于增长模式转型关键期的新兴经济体，面临前所未有的产业结构变革压力。作为驱动产业结构转型的核心推动力，技术创新不仅可以催生新兴产业、促进传统产业优化升级，更通过提升全要素生产率、优化要素配置效率，成为产业结构向高级化、现代化迈进的重要引擎。在这一过程中，技术进步的导向与特征直接影响产业结构演进的方向与效能。

然而，技术进步与生产要素的结合并非中性，它具有显著的偏向性特征，通过差异化提升资本与劳动要素的技术效率，间接影响要素配置结构，进而作用于产业结构演进过程。已有研究表明，技术进步的偏向性（资本偏向或劳动偏向[1-2]）本质上取决于要素技术效率的相对变化，其传导效果则受到要素替代弹性的调节[3]。值得注意的是，高要素替代弹性对经济增长具有促进作用[4]。而发达国家经济发展趋于稳态，要素替代弹性普遍处于较低水平；而新兴经济体多处于高速增长向高质量增长转型的过渡阶段，要素替代弹性普遍高于发达国家，要素配置对技术效率差异与要素相对价格变动的敏感度更强，高要素替代弹性对经济增长的促进作用在新兴经济体中更为显著[5]。这使得技术进步偏向性对新兴经济体产业结构的作用机制

收稿日期：2025-08-15
基金项目：国家社会科学基金重大项目“推动互联网，大数据，人工智能与实体经济深度融合研究”(18VSJ053)
作者简介：汪子枭(1993—)，上海社会科学院应用经济研究所博士研究生，研究方向：产业转型和新经济；(通信作者)刘佳宁(1977—)，广东省社会科学院财政金融研究所研究员，所长，广东省习近平新时代中国特色社会主义思想研究中心特约研究员，研究方向：财政金融政策研究。

具有独特性，亟待针对性研究。

作为新兴经济体的重要代表，中国自转向高质量发展阶段以来，传统依赖低成本要素的粗放增长模式已难以为继，向高附加值、技术密集型产业转型成为必然。这一转型困境并非中国个例，多数新兴经济体面临内部研发投入不足、核心技术受制于人，外部遭遇发达国家技术封锁、价值链垄断，以及绿色转型门槛提升的多重压力，产业升级的复杂性与紧迫性日益凸显。在此背景下，各国纷纷将科技创新与产业升级纳入战略布局，中国的政策导向亦清晰地体现了这一趋势。2024 年底召开的中央经济工作会议，明确将以科技创新引领新质生产力发展、建设现代化产业体系列为年度重点任务。党的二十届四中全会通过《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十五个五年规划的建议》，进一步强调推动科技创新与产业创新的深度融合，健全促进产业结构优化升级的体制机制，为技术驱动型产业转型提供了更加明确的政策指引。

基于以上分析，厘清新兴经济体偏向型技术进步驱动产业结构升级的具体机制，具有重要的现实意义。本文以要素技术效率为研究视角，聚焦三大核心问题展开探讨：新兴经济体偏向型技术进步如何通过对资本与劳动要素技术效率的差异化提升来推动产业结构变迁？在要素替代弹性大于 1 的典型特征下，这一作用机制的具体传导路径与呈现形式是什么？偏向型技术进步驱动的产业结构变迁是否契合新兴经济体产业优化升级的核心导向？在此基础上，本文结合典型新兴经济体及中国的经验数据，对上述机制进行实证分析与检验。厘清技术效率视角下的这一机制逻辑，对新兴经济体制定合理的产业政策、实现可持续发展具有意义，也为中国依托科技创新提升要素技术效率、加快现代化产业体系建设、培育壮大新质生产力提供实践启示。

二、文献综述

产业结构变迁的核心是资本、劳动等生产要素在不同类别部门（如高低效率部门、二三产业部门、资本或劳动密集型部门等）间的重新配置与流动过程。产业结构变迁指标的选取分为供求两侧：供给侧关注部门的要素结构（如劳动、资本投入比重等），需求侧关注消费结构（如消费支出、增加值等）。技术进步对产业结构变迁的驱动也对应这两侧，其中供给侧驱动就强调了各产业部门的偏向型技术进步所产生的相对价格效应对结构变化的影响，传导机制主要源于技术进步对生产要素属性的差异化影响，如要素间替代弹性差异、部门间要素密集度差异等[6-8]。

现有相关研究分为理论和实证两方面。理论方面，国外学者通过构建多部门结构变化或升级模型，揭示了劳动生产率差异、劳动增强型技术进步对部门间要素流动、产业结构变迁的重要影响[6,8-9]。Alvarez-Cuadrado 等[10]以常替代弹性（CES）生产函数为两中间品部门生产函数形式，构建了一个当前较为系统的偏向型技术进步影响产业结构变化的理论模型（ALP 模型），该模型指出，部门间资本-劳动要素替代弹性的差异会引发相对价格变动，进而作用于产出结构调整；同时，要素再平衡效应会导致各部门要素投入比增速存在异质性，最终改变部门间要素投入结构。国内关于要素间技术进步偏向与产业结构变迁的理论研究相对较少[11-13]。吴华英等[12]理论推导验证发现，技术进步偏向通过影响要素流动和劳动生产率促进产业结构转型升级，但其对总劳动生产率增长速度的影响呈倒 U 型变化。实证方面，学者首先从多维度对技术进步偏向性进行测算[14-19]，并从区域、产业等多层面实证检验其与产业结构变迁的关联机制[20-23]。周明生和赵杉杉[21]的研究证实了要素替代弹性通过驱动技术进步偏向进而改变技术路径，推动产业结构升级。此外，针对新兴经济体的研究指出，多数新兴经济体作为发展中国家，通过贸易、外商直接投资等渠道承接发达国家的生产要素转移，也会改变其自身要素投入结构与要素配置效率[24-25]，并间接作用于产业结构调整。

综上，现有文献多集中于技术进步偏向性的测算及其与产业结构变迁的实证检验，针对新兴经济体情境下偏向型技术进步影响产业结构变迁的理论机制研究仍显不足。本文研究可能的边际贡献在于：第一，立足新兴经济体要素替代弹性较高的典型特征，拓展偏向型技术进步影响产业结构变迁的研究视角；第二，尝试构建两部门嵌套生产函数模型，在 Acemoglu[2]使用单一要素技术效率界定技术进步偏向，李爱[20]关于两个要素技术效率相比较视角的研究基础上，进一步厘清要素替代弹性特征条件下，要素技术效率影响产

业结构变迁的内在机制,并进行数值模拟分析;第三,以中国为样本开展实证检验,为全面揭示新兴经济体中技术进步偏向对产业结构变迁的影响机制提供经验证据。

三、典型化事实

(一)偏向型技术进步的概念及数理推导

偏向型技术进步指的是在资本和劳动要素投入不变的情况下,由技术进步引致的两个要素相对边际产出大小的不同。本文研究对其概念及数理的设定借鉴 Acemoglu[2,26] 采用生产函数形式,即包含资本、劳动投入的 CES 函数形式,如式(1)所示。

$$Y_t = \left[\alpha(A_tK_t)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} + (1-\alpha)(B_tL_t)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}}\right]^{\frac{\sigma}{\sigma-1}} \tag{1}$$

其中:Y_t 为总产出;K_t、L_t 分别为生产过程中的资本和劳动投入量;A_t、B_t 分别为资本和劳动的技术效率参数;α 为资本的分配份额。$\sigma \in (0,+\infty)$是要素的替代弹性,主要含义是指资本和劳动要素相对价格变化所引起的要素投入的变化,体现了要素密集度(K/L)对要素相对价格的敏感程度[27],当 $\sigma > 1$ 时,说明要素相对价格的变化会带来要素间灵活敏感的替代效果;当 $0 < \sigma < 1$ 时,则相反,要素之间为互补关系。故先根据式(1),求出资本和劳动的边际产出 MP_K、MP_L,并以 M_t 代表资本和劳动的边际产出比,如式(2)所示。

$$M_t = \frac{MP_K}{MP_L} = \frac{\alpha}{1-\alpha}\left(\frac{A_t}{B_t}\right)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}}\left(\frac{K_t}{L_t}\right)^{-\frac{1}{\sigma}} \tag{2}$$

M_t 上升或下降即代表技术进步的不同偏向,由式(2)可以看出,它主要受到资本-劳动的要素技术效率比(A_t/B_t)和要素禀赋(K_t/L_t)的影响。在 K_t/L_t 不变时,M_t 变化方向与 A_t/B_t 的变化方向密切相关,但具体结果取决于 σ 的数值区间。因此,判断技术进步方向的关键在于要素替代弹性与要素技术效率比,本质是要素技术效率之比的变化。随后,参考现有研究[2,28],建立定量刻画技术进步方向的指标 TB_t,如式(3)所示。

$$TB_t = \frac{1}{M_t}\frac{\partial(MP_K/MP_L)}{\partial(A_t/B_t)}\frac{\mathrm{d}(A_t/B_t)}{\mathrm{d}t} = \frac{\sigma-1}{\sigma}\left(\frac{\dot{A}_t}{A_t} - \frac{\dot{B}_t}{B_t}\right) \tag{3}$$

$TB_t > 0$ 判定为资本偏向型技术进步;$TB_t < 0$ 判定为劳动偏向型技术进步。显然,TB_t 的大小由 σ 与 A_t/B_t 的变化率决定。其中,A_t/B_t 经过推导可以得到①,如式(4)所示。

$$\frac{A_t}{B_t} = \frac{L_t}{K_t}\left(\frac{1-\alpha}{\alpha}\frac{r_tK_t}{wL_t}\right)^{\frac{\sigma}{\sigma-1}} \tag{4}$$

其中:r_t、w_t 分别为资本回报率和工资率。

综上,要素替代弹性 σ 扮演了重要角色,也成为后文中研究新兴经济体技术进步偏向特征的起点。

(二)新兴经济体技术进步偏向特征的分析

1. 新兴经济体国家要素替代弹性分析

对于新兴经济体国家的界定并未完全统一,本文参考张宇燕[29]及国际货币基金组织(IMF)分类,基于数据可获得性及时间长度的限制,最终选取中国、印度、巴西、南非、俄罗斯、印度尼西亚、墨西哥、沙特阿拉伯、菲律宾和土耳其共计 10 个国家作为代表(剔除了已成为发达国家的韩国及发展过程较为复杂的阿根廷)。选择 1950—2019 年时间跨度大于 30 年的数据,根据式(1)~式(3)对偏向型技术进步的数理推导,借鉴 Klump[14]、袁礼和欧阳峣[30]的三方程供给面系统法,并用非线性似不相关(NLSUR)法对这 10 国样本期间内的要素替代弹性进行估算。对测算中所涉及的产出、劳动和资本投入及劳动和资本所得的具体数值,主要使用"宾夕法尼亚大学"的佩恩世界表(Penn World Table 10.0,pwt100),选取系列指标如下:①产出(Y),使用 pwt100 公布的以 2017 年美元为基期的实际 GDP;②劳动力投入(L),使用 pwt100 公布的各国历年从业人口数;③资本投入(K),使用 pwt100 公布的以 2017 年美元为基期的各国历年资本存量;④劳动所

① 限于篇幅,推导过程省略。

得(wL)，由 pwt100 可以得到各国历年劳动报酬占 GDP 的比重，结合产出 Y 的数据，得到相应劳动所得；⑤资本所得(rK)，根据 pwt100 中各国历年劳动报酬占 GDP 的比重，结合产出 Y 的数据，得到相应资本所得。经过测算可以得到所选新兴国家技术进步偏向中要素替代弹性具备的特征结果，(表 1)。

由表 1 可见，各个国家各项系数结果均在 1%水平下显著。10 个所选新兴经济体的资本-劳动要素替代弹性均大于 1，表明其生产中资本与劳动呈替代关系，且技术进步存在偏向性特征。这一现象可从以下两方面进行解释：第一，要素替代弹性与经济体发展阶段高度相关。根据“格兰德维尔假说”，要素替代弹性与经济增长率呈正相关[4]。Mallick[31]、贺立和吕光明[19]等研究也进一步验证了该假设，即更高的要素替代弹性反映了经济体对要素价格变动具有较强调整能力，有利于技术效率更高的要素获得更高边际产出，进而调节技术进步的偏向性。它所代表的要素间替代或互补的关系通过和资本、劳动要素技术效率变化率的结合，来判断技术进步的非中性结果[15]。第二，宏观层面的高替代弹性是各大主要行业内部要素替代弹性普遍大于 1 的真实映射[32]。当某一要素市场价格变动时，生产者能够更灵活地调整要素组合，转向使用相对成本较低的要素，这有助于缓解资本积累过程中的边际产出递减趋势，维持经济增长的动能。以上分析为后文探讨偏向型技术进步对产业结构变迁的作用机制提供了基础，也是本文研究假设的重要前提。

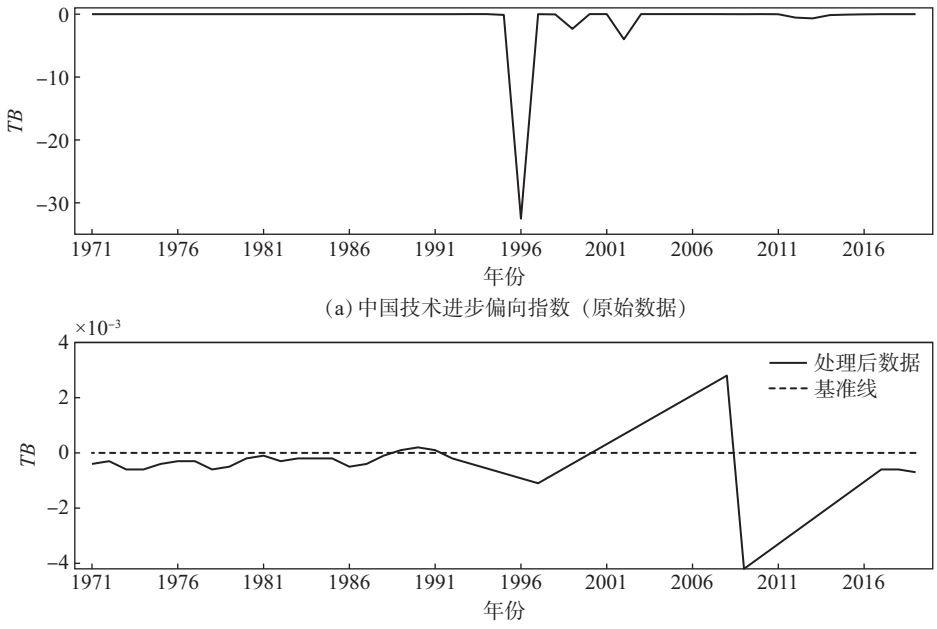
表 1　新兴经济体代表国家要素替代弹性测算结果

国家	要素替代弹性	观测数	国家	要素替代弹性	观测数
巴西	1.0028***(0.0004)	70	中国	1.0111***(0.0023)	59
俄罗斯	1.0031***(0.0018)	30	沙特阿拉伯	1.4272***(0.2280)	46
南非	1.0021***(0.0004)	70	墨西哥	1.0052***(0.0006)	70
土耳其	1.0171***(0.0066)	70	菲律宾	1.1123***(0.0501)	70
印度	1.3474***(0.0289)	70	印度尼西亚	1.0003***(0.0000)	60

注：*** 代表显著性水平达到 1%；括号内为标准误。

2. 技术进步偏向指数趋势图分析

以中国为例进行分析(图 1)，基于四分位数间距法处理异常值后能更清晰地看到，中国的偏向型技术进步发展大致存在三个阶段：1971—1988 年，技术进步偏向劳动；1989—2008 年，技术进步开始大体偏向资本；2008 年以后，技术进步重新偏向劳动。其中，根据测算结果，1971—1988 年，技术进步方向指数中位数为 -0.0003，技术进步导致资本边际产出低于劳动，原因可能是改革开放前较为封闭的体制环境使得初始禀赋，即



(a) 中国技术进步偏向指数（原始数据）

(b) 中国技术进步偏向指数（处理异常值后数据）

图 1　中国技术进步偏向指数趋势变化

劳动要素禀赋的优势得以发挥,劳动收入份额也较高;1989—2008 年,技术进步方向指数中位数为 0.0015,技术进步使得资本边际产出大于劳动边际产出,原因可能是改革开放效应带来更丰富资本要素的流入,伴随着资本深化,该时期内劳动收入份额也相应降低。2008 年以后,技术进步方向指数中位数为-0.0118,资本边际产出再次低于劳动边际产出,原因可能在于随着中国经济发展水平的整体提高与稳固,技术水平和自主创新能力也有了较大进步,对外来资本和技术的引进减少,技术进步偏向回归到劳动这个初始要素禀赋上。

四、理论模型分析

基于前文对偏向型技术进步概念和数理解析可知:在理论模型中,可以在要素替代弹性已明确的情况下,推导出资本-劳动技术效率的相对变化对产业结构变迁的影响效应,来实现偏向型技术进步对产业结构变迁影响的研究。因此,本节借鉴 Acemoglu[2,26] 的基本框架,基于双层 CES 生产函数的两部门模型,以新兴经济体资本-劳动要素替代弹性大于 1 为特征前提,进行理论的推导。

(一)理论模型设定

本节建立一个两部门一般均衡模型。生产部门由一个最终品生产部门和两个中间品生产部门构成。最终品生产部门使用中间品生产部门的产品 Y_{1t}、Y_{2t},最终产出 Y_t。中间品生产部门则投入劳动和资本要素进行产品的生产,并假设生产部门 1、部门 2 中的要素替代弹性不同。为体现出技术进步的偏向性,参考 Alvarez-Caudrado 等[10] 将最终产品部门及中间品部门的生产函数均设置为 CES 生产函数,并做出一些调整,如式(5)和式(6)所示。

$$Y_t = \left[\gamma Y_{1t}^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}} + (1-\gamma) Y_{2t}^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}}\right]^{\frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}} \tag{5}$$

$$Y_{it} = \left[\alpha_i (A_{it}K_{it})^{\frac{\sigma_i-1}{\sigma_i}} + (1-\alpha_i)(B_{it}L_{it})^{\frac{\sigma_i-1}{\sigma_i}}\right]^{\frac{\sigma_i}{\sigma_i-1}} \tag{6}$$

其中:ε 为两部门产品的替代弹性;γ 为不同中间品部门产品密集度;下标 t 为时间,下标 $i=\{1,2\}$ 区分两个中间品生产部门。σ_i $(i=1,2)$ 为两个中间部门的资本-劳动要素替代弹性;α_i $(i=1,2)$ 为两个中间品部门的资本要素分配份额;K_{it} $(i=1,2)$、L_{it} $(i=1,2)$ 分别为部门 1、部门 2 的资本和劳动力。A_{it} $(i=1,2)$、B_{it} $(i=1,2)$ 分别为两个中间品部门的资本技术效率和劳动技术效率,满足 $A_{it} = A_{i0}e^{g_{A_i}\times t}$、$B_{it} = B_{i0}e^{g_{B_i}\times t}$,其中,$A_{i0}$ 和 B_{i0} 为初始技术水平;g_{A_i}、g_{B_i} 为外生给定的技术进步率。

资本的总量 K_t 通过资本积累方程内生决定,资本积累遵循 $K_{t+1} = (1-\delta)K_t + I_t$,$\delta$ 为折旧率,I_t 为第 t 期投资额。劳动总量 L_t 为外生固定的劳动总供给。令 P_{1t}、P_{2t}、P_t 分别为部门 1 产品、部门 2 产品及最终产品的价格,将最终品价格标准化为 1。两个中间品部门厂商分别按照价格 r、w 使用资本和劳动。在完全竞争市场的条件下,产品市场和要素市场以一组均衡价格 $\{P_{1t}、P_{2t}、P、r、w\}$ 来实现生产要素 K 和 L 在不同部门配置 $\{K_{1t}、K_{2t}、L_{1t}、L_{2t}\}$,满足市场出清条件为 $K_t = K_{1t} + K_{2t}$,$L_t = L_{1t} + L_{2t}$。

(二)一般均衡求解及分析

求解最终产品部门代表性企业的利润最大化问题可得:

$$\frac{Y_{1t}}{Y_{2t}} = \frac{1-\gamma}{\gamma}\left(\frac{P_{1t}}{P_{2t}}\right)^{-\varepsilon} \Leftrightarrow \frac{P_{1t}}{P_{2t}} = \left(\frac{\gamma}{1-\gamma}\right)^{\frac{1}{\varepsilon}}\left(\frac{Y_{1t}}{Y_{2t}}\right)^{-\frac{1}{\varepsilon}} \tag{7}$$

求解中间品生产部门代表性企业的利润最大化问题,可以得到资本和劳动的需求分别满足:

$$r = P_{1t}MPK_{1t} = P_{2t}MPK_{2t} = P_i\alpha_i(A_{it})^{\frac{\sigma_i-1}{\sigma_i}}\left(\frac{Y_i}{K_i}\right)^{\frac{1}{\sigma_i}} \tag{8}$$

$$w = P_{1t}MPL_{1t} = P_{2t}MPL_{2t} = P_i(1-\alpha_i)(B_{it})^{\frac{\sigma_i-1}{\sigma_i}}\left(\frac{Y_i}{L_i}\right)^{\frac{1}{\sigma_i}} \tag{9}$$

其中：$i=1,2$；定义人均资本 $k=K/L$，$k_1=K_1/L_1$，$k_2=K_2/L_2$，并定义 x_t^k 为中间品生产部门 1 的资本占总资本的比重；x_t^l 为部门 1 的劳动占总劳动的比重；x_t^y 为部门 1 的产出占部门 1、部门 2 产出之和的比重；产业结构变迁过程就体现为 x_t^k、x_t^l 和 x_t^y 的变化。不失一般性，假设 $x_t^k>x_t^l\Leftrightarrow\theta_1^k>\theta_2^k$，其中，$\theta_i^k$ 为两个部门的资本产出弹性，主要用来衡量资本密集程度。相对而言，生产部门 1 是资本密集型部门，生产部门 2 是劳动密集型。根据定义，资本产出弹性（θ_i^k）和劳动产出弹性（θ_i^l）分别，如式（10）和式（11）所示。

$$\theta_i^k=\frac{\alpha_i(A_{it}K_{it})^{\frac{\sigma_i-1}{\sigma_i}}}{\alpha_i(A_{it}K_{it})^{\frac{\sigma_i-1}{\sigma_i}}+(1-\alpha_i)(B_{it}L_{it})^{\frac{\sigma_i-1}{\sigma_i}}},\ i=1,2 \tag{10}$$

$$\theta_i^l=\frac{(1-\alpha_i)(B_{it}L_{it})^{\frac{\sigma_i-1}{\sigma_i}}}{\alpha_i(A_{it}K_{it})^{\frac{\sigma_i-1}{\sigma_i}}+(1-\alpha_i)(B_{it}L_{it})^{\frac{\sigma_i-1}{\sigma_i}}},\ i=1,2 \tag{11}$$

具体各项反映产业结构变迁指标的表达式如式（12）所示。

$$\frac{K_{1t}}{K_t}=x_t^k,\ \frac{L_{1t}}{L_t}=x_t^l,\ \frac{Y_{1t}}{Y_t}=x_t^y \tag{12}$$

求解资源和要素的最优分配主要分为两个方面：跨部门，产业间的要素和资源分配；部门内，要素和资源的最优配置，即部门内部的资本-劳动要素比率。

首先，根据 $\frac{MPK_{1t}}{MPK_{2t}}=\frac{MPL_{1t}}{MPL_{2t}}=1$，联立式（7）~式（9），并将式（12）进行代入，推导可得：

$$\frac{\alpha_2}{\alpha_1}\left(\frac{A_{2t}}{B_{2t}}\right)^{\frac{\sigma_2-1}{\sigma_2}}k^{\frac{1}{\sigma_1}-\frac{1}{\sigma_2}}\frac{(x_t^k)^{\frac{1}{\sigma_1}}}{(1-x_t^k)^{\frac{1}{\sigma_2}}}=\frac{1-\alpha_2}{1-\alpha_1}\left(\frac{A_{1t}}{B_{1t}}\right)^{\frac{\sigma_1-1}{\sigma_1}}\frac{(x_t^l)^{\frac{1}{\sigma_1}}}{(1-x_t^l)^{\frac{1}{\sigma_2}}} \tag{13}$$

再根据 $\frac{P_{2t}}{P_{1t}}=\frac{MPL_{1t}}{MPL_{2t}}$，联立式（7）和式（9），并将式（12）进行代入，可得：

$$\frac{1-\alpha_1}{1-\alpha_2}\left(\frac{\gamma}{1-\gamma}\right)^{\frac{1}{\varepsilon}}\frac{Y_{1t}^{\frac{1}{\sigma_1}-\frac{1}{\varepsilon}}}{Y_{2t}^{\frac{1}{\sigma_2}-\frac{1}{\varepsilon}}}\frac{(1-x_t^l)^{\frac{1}{\sigma_2}}}{(x_t^l)^{\frac{1}{\sigma_1}}}=\frac{(B_{2t})^{\frac{\sigma_2-1}{\sigma_2}}}{(B_{1t})^{\frac{\sigma_1-1}{\sigma_1}}}L^{\frac{1}{\sigma_1}-\frac{1}{\sigma_2}} \tag{14}$$

假定 ε 取临界值 1，通过判断各个系数的取值范围和大小关系，进行比较静态分析。结合资本和劳动要素产出弹性，对各部门生产函数进行求导，整理出比较静态分析的结果。可以发现，偏向型技术进步对资本和劳动技术效率的提升作用存在差异，这种差异会改变要素的边际产出、相对价格、投入比例和部门产出水平，进而影响产业结构变迁的方向与特征。结合新兴经济体普遍具有较高要素替代弹性的特征，其技术进步偏向主要通过以下机制作用于产业结构。

1. 资源配置效应

新兴经济体偏向型技术进步下要素技术效率的差异，会引致要素投入比例的结构性调整。具体而言，假设 $0<\frac{1}{\sigma_1}<1,0<\frac{1}{\sigma_2}<1$，即 $\sigma_1>1,\sigma_2>1$，均衡时有：

$$\frac{\mathrm{dln}x_t^k}{\mathrm{dln}A_{1t}}>0,\ \frac{\mathrm{dln}x_t^k}{\mathrm{dln}A_{2t}}<0;\ \frac{\mathrm{dln}x_t^l}{\mathrm{dln}A_{1t}}<0,\ \frac{\mathrm{dln}x_t^l}{\mathrm{dln}A_{2t}}>0 \tag{15}$$

$$\frac{\mathrm{dln}x_t^k}{\mathrm{dln}B_{1t}}<0,\ \frac{\mathrm{dln}x_t^l}{\mathrm{dln}B_{1t}}>0;\ \frac{\mathrm{dln}x_t^k}{\mathrm{dln}B_{2t}}>0,\ \frac{\mathrm{dln}x_t^l}{\mathrm{dln}B_{2t}}<0 \tag{16}$$

可见，当两部门的资本-劳动要素替代弹性均大于 1 时，部门 1 资本技术效率 A_{1t} 的相对提高（或部门 1 劳动技术效率 B_{1t} 的相对下降），即意味着（A_{1t}/B_{1t}）/（A_{2t}/B_{2t}）的提高，会促使资本向部门 1 聚集，劳动向

部门2转移,要素在部门间的再配置呈现显著的效率驱动特征。这与新兴经济体的发展阶段密切相关:一方面,新兴经济体普遍具有资本相对稀缺但技术引进成本较低的特点,部门1资本技术效率的提升会放大资本的边际产出,推动资本向该部门快速集中,且这种集中具有"杠杆效应",少量资本投入即可通过技术效率提升拉动产出增长,因此资本在部门1的占比上升更为明显;另一方面,新兴经济体往往存在大量转型性劳动剩余(如从农业转移的低技能劳动力),使得部门1因资本技术效率提升而减少的劳动需求(如制造业用机器人替代流水线工人),可通过劳动市场快速向部门2转移(如流向餐饮、零售等劳动密集型服务业)。这种劳动流动不仅降低了结构转型的摩擦成本,还通过部门2的劳动投入增加实现了就业缓冲。这体现了新兴经济体在资源约束下效率优先的配置逻辑。

部门间要素技术效率相对变化影响要素在部门间配置比变化的效应,可以称为"资源配置效应",本质是新兴经济体在资源约束下实现"效率优先"配置的体现。

2. 资本密集效应

"资源配置效应"会进一步强化部门间的要素结构差异。其中,部门1在资本不断集聚、劳动流出的过程中,资本-劳动比持续上升,会加速其向资本主导的生产模式的转型,有助于突破新兴经济体提高产品附加值,摆脱对低成本劳动的依赖。而部门2则因资本流出和劳动流入,形成以劳动拉动增长的模式(如传统服务业通过标准化服务提升效率而非资本投入)。两部门在要素密集度上形成对比,这种差异还为后续升级留下了空间,形成新兴经济体产业升级的阶梯式特征。这样由新兴经济体部门内要素结构调整,推动产业从要素驱动向效率驱动转型的效应,可以称为"资本密集效应"。

3. 产出规模效应

在两部门替代弹性大于1且资本密集度存在差异的情况下,部门1资本技术效率的相对提升会导致其产出占比下降、部门2产出占比上升。具体而言,假设$0<\frac{1}{\sigma_1}<1,0<\frac{1}{\sigma_2}<1$,,即$\sigma_1>1,\sigma_2>1$,均衡时有:

$$\frac{\mathrm{d}\ln(Y_{1t}/Y_{2t})}{\mathrm{d}\ln A_{1t}}<0\Leftarrow\theta_1^k>\theta_2^k,\ \theta_1^k>1/2 \tag{17}$$

以上结果反映了新兴经济体增长动能转换的逻辑:部门1产出占比下降并非衰退,而是效率提升下质量对规模的替代。例如,新兴经济体的高端装备制造业通过技术升级(资本技术效率提升)提高产品单价与附加值,即使产出规模占比下降,其对GDP的实际贡献仍在增加,这是从规模扩张到质量提升的转型表现。而部门2借助劳动流入和产出占比上升,既满足了居民消费升级对服务业的需求,又吸纳了从部门1转移的劳动力,形成"就业-收入-消费"的正向循环。这一效应表明,新兴经济体的产业结构变迁不仅是要素流动的结果,更是增长动能向效率助力下的结构平衡转型的体现。这样部门间技术效率比相对变化影响部门间产出规模比变化的效应,可以称为"产出规模效应"。

综上,新兴经济体技术进步偏向在两中间品部门要素替代弹性大于1的特征前提下,通过两部门资本和劳动技术效率的相对变化,形成"资源配置效应""资本密集效应"和"产出规模效应",从而影响产业结构变迁。

(三)拓展性分析

根据前文假设及验证,可知新兴经济体偏向型技术进步通过三个路径影响产业结构变迁,但这种变迁是否有利于结构优化?本部分假设作为相对资本密集型的部门1为制造业部门,作为相对劳动密集型的部门2为服务业部门。根据以上推导结果,探讨此种特殊情况下,这样的结构变迁是否有利于资本-劳动结构优化。通常来说,要素技术效率变化带来的要素流动会促进结构变迁,从而可能带来结构优化[12]。而要素从低效率部门向高效率部门的流入、从低技术部门向高技术部门的流入等,是产业结构优化的表现。同时,用来表示产业结构优化的系列指标如产业高度化、合理化等也强调了服务业就业比重和规模扩大对结构优化的作用[8,12,33-34]。由上部分推导的结论可知,此时部门1制造业相对部门2服务业技术效率比的提升会使得资本要素进一步流入制造业,制造业资本密集程度进一步提升,而劳动要素则流向服务业,服务业的就业

占比和产出规模占比得到增长。当制造业资本密集度提高，服务业就业和产出比重增加时，产业结构是在优化升级的[35]。这一过程对产业结构优化的作用体现在：若资本技术效率提升集中于生产效率更高的产业，则资本向这些产业的集中会减少低效率劳动的冗余配置，使要素投入与产业产出需求更匹配，即合理化；同时，资本密集型产业的技术进步会推动产品升级，提升产业附加值，即高度化。

因此，基于以上分析，本文提出以下研究假设：

新兴经济体相对资本密集型部门的资本技术效率上升更快时，其产业间资本占比上升，劳动占比下降（H1）；

新兴经济体相对资本密集型部门的资本技术效率上升更快时，其产业内资本密集度进一步提高（H2）；

新兴经济体相对资本密集型部门的资本技术效率上升更快时，其产业间产出占比下降（H3）；

当中间品部门 1 为相对资本密集型的制造业，中间品部门 2 为相对劳动密集型的服务业时，新兴经济体制造业资本技术效率相对上升影响产业结构的过程是有利于产业结构优化的（H4）。

五、数值模拟

本节通过数值模拟定量展示，新兴经济体偏向型技术进步对产业结构优化的影响效应，以及其通过“资源配置效应”“资本密集效应”和“产出规模效应”三大路径对产业结构变迁产生影响的过程。

（一）参数选取

取模型 1 期为 1 年，本文主要关注 30 期经济的变动情况。根据本文研究的主题，生产函数中的参数赋值具体如下：①取两个部门生产函数中权重 α_1、α_2 分别为 2/3 和 0.5，以保证部门 1 为相对资本密集型部门，部门 2 为相对劳动密集型部门。②γ 为最终品部门对两个中间品部门产出分配的权重，参考 Alvarez-Cuadrado 等[10]，设定 γ 取 0.5，意为产出在两部门中分配权重相等。③资本投入 K_i 的变动函数涉及资本的折旧率 δ_K 和投资率 s，其中，出于可比性考虑，折旧率 δ_K 参考 pwt 等国际宏观数据库的标准，设定为 5%，投资率 s 则根据世界银行公布数据，基于所选 10 个新兴经济体“资本形成总额占 GDP 比重”的长期平均值，设定为 25%，以确保模型在新兴经济体范围内具有一定代表性。④产品替代弹性 ε 及两个部门的资本-劳动要素替代弹性 σ_1、σ_2 分情况进行设定。其中，假设 ε 取值为固定产品替代弹性 1；基于前文特征事实分析和理论模型推导，（σ_1、σ_2）取大于 1 的数值，具体取值为 $\sigma_1=1.1$，$\sigma_2=1.3$。

偏向型技术进步的相关参数赋值如下：①设定部门 1，即相对资本密集型部门 A_1 的技术进步率 g_{A_1} 为 0.1，B_1 的技术进步率 g_{B_1} 为 0.01，当要素替代弹性大于 1 时，部门 1 即表现为资本偏向型技术进步。严格来说，部门 1 的偏向型技术进步表现为 A_1/B_1 的变化，这里可以只关注 A_1 或 B_1 变化的影响，是由于 $g_{A_1}>g_{B_1}$，意味着在模拟的 30 期经济中部门 1 为资本技术效率高于劳动技术效率且资本-劳动技术效率比是不断上升的。②设定部门 2，即相对劳动密集型部门中 A_2 的技术进步率 g_{A_2} 为 0.1，B_2 的技术进步率 g_{B_2} 为 0.03。部门 1 和部门 2 之间的技术效率比为（A_{1t}/B_{1t}）/（A_{2t}/B_{2t}）（后续将其称之为“相对要素技术效率比”，指代部门 1 与部门 2 要素技术效率比的比值），当 A_i、B_i 的初始值均设为 1，部门 1 资本-劳动技术效率比相对部门 2 更高，且（A_{1t}/B_{1t}）/（A_{2t}/B_{2t}）在模拟的 30 期经济中数值呈上升趋势。这组（g_{A_1}，g_{B_1}）和（g_{A_2}，g_{B_2}）设置下的结果也作为基准模型与后续变化下的结果进行比较。最后，除了模型的一系列参数设置，还需要确定变量的初始状态，本文将资本存量 K_0 和劳动供给 L_0 均标准化为 1。

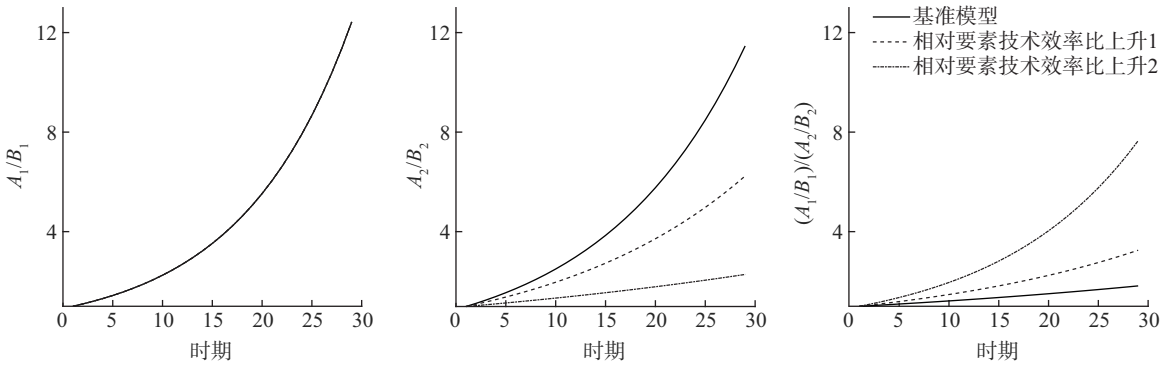
以上参数赋值和变量初始值的设置作为基准模型，后续将通过 30 期经济动态的发展来实证检验新兴经济体偏向型技术进步通过要素技术效率影响产业结构变迁和优化的一系列结论。

（二）基准结果和影响分析

1. 影响产业结构变迁的数值模拟结果分析

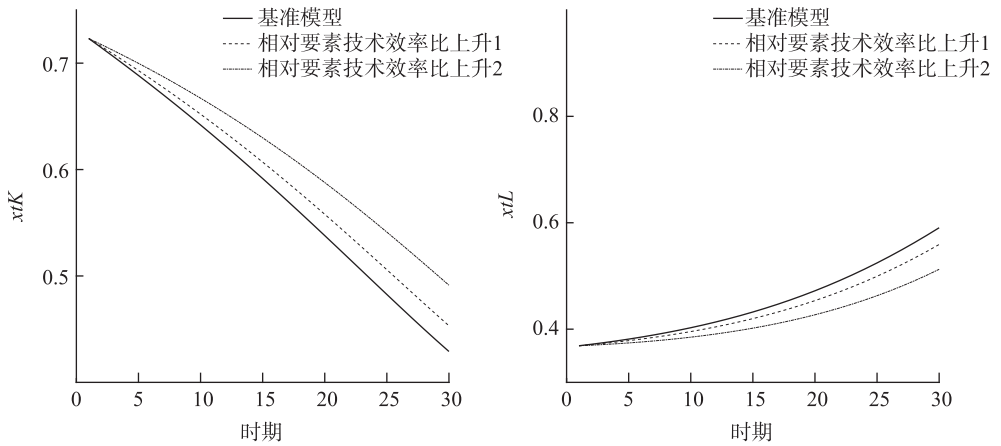
图 2~图 4 展示了数值模拟结果。图 2 表示两部门的要素技术效率变化曲线。基准模型中，两部门均为资本技术效率相对较高形式。随后，通过保持部门 1 资本-劳动要素技术效率比不变，并两次降低部门 2 的资本-劳动要素技术效率比，来实现两部门相对要素技术效率比不断增长的变化过程。

从图 3 和图 4 可以看出，随着部门 1 相对要素技术效率比的不断上升，相较于基准模型，其资本要素分配比上升，劳动要素分配比下降，要素密集程度上升，产出规模比下降（其中，坐标轴名称 xtK、xtL、xtY 即对应 x_t^k、x_t^l 和 x_t^y）。具体来说，在保持（g_{A_1}，g_{B_1}）不变的情况下，将（g_{A_2}，g_{B_2}）从（0.1，0.03）依次调整到（0.1，0.05）和（0.1，0.08）。此时两部门的相对要素技术效率比的增长幅度分别上升 0.51 和 1.81（分别相对于基期增



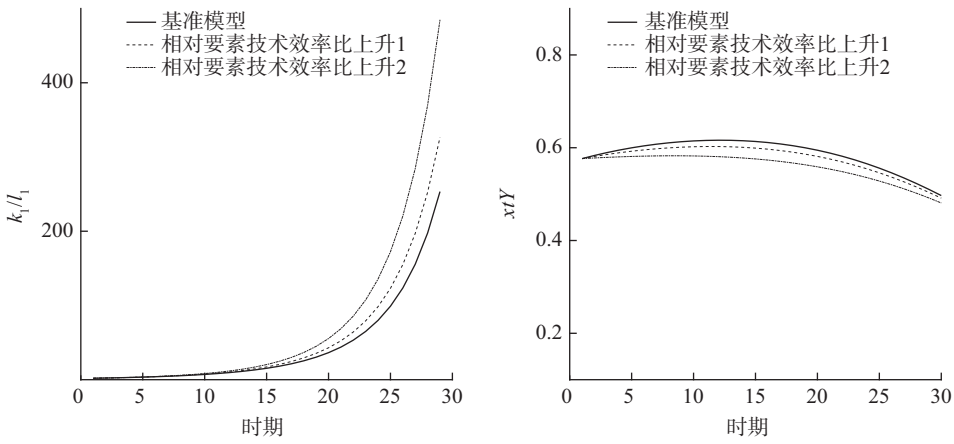
（a）部门1要素技术效率比变化　（b）部门2要素技术效率比变化　（c）两部门相对要素技术效率比变化

图 2　相对要素技术效率比上升趋势变化



（a）影响资本要素分配比　（b）影响劳动要素分配比

图 3　相对要素技术效率比上升影响产业结构变迁



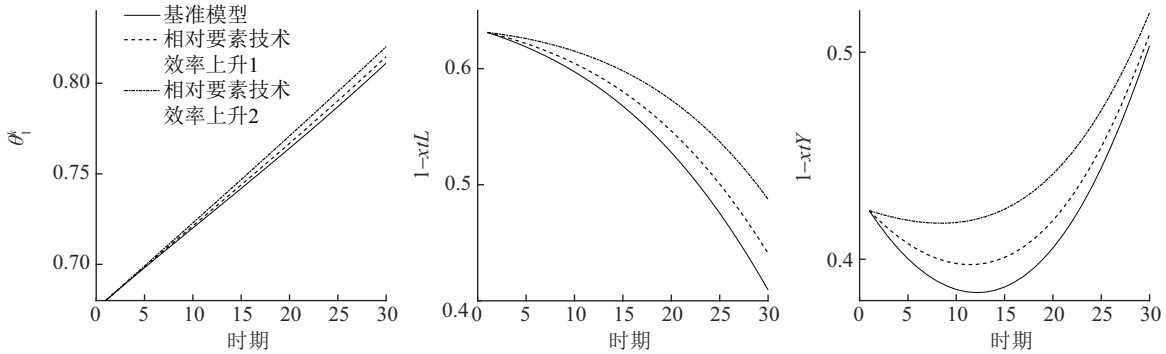
（a）影响要素密集程度　（b）影响产出规模比

图 4　相对要素技术效率比上升影响产业结构变迁曲线展示图

长了 38.06%和 135.07%），上升程度逐步加深。随着相对要素技术效率比的这两轮上升，相对资本密集型部门的资本要素比 x_t^k 分别上升 2.42 和 6.23 个百分点（相当于幅度分别增加约 8.22%和 21.18%），劳动要素比 x_t^l 分别减少 3.14 和 7.81 个百分点（相当于幅度分别下降约 14.18%和 35.22%），与假设 H1 一致。部门 1 的资本密集程度（k_1/l_1）分别增加 22.05 和 67.73（相当于幅度分别上升约 3.50%和 10.75%），与假设 H2 一致。产出规模比 x_t^y 分别减少 0.56 和 1.60 个百分点（相当于幅度分别下降约 6.99%和 20.04%），与假设 H3 一致。同时注意到，相对要素技术效率比的上升对劳动要素流出的影响大于对资本要素流入的影响，这也与产出规模变动方向同步劳动要素流动方向的结果相一致。

2. 拓展分析：影响产业结构优化的数值模拟结果分析

本文选取制造业资本要素密集程度，服务业就业人数和产出水平作为产业结构优化的参考指标，图 5 为相对要素技术效率比上升时候的数值模拟结果。（g_{A_1}，g_{B_1}）的设置和变化与上部分相同，伴随着制造业资本-劳动技术效率比的相对上升，制造业资本密集程度 θ_1^k 上升，服务业就业比重（$1-xtl$）和产出规模水平上升。从具体结果看，经过两轮相对要素技术效率比的上升，最终制造业的资本密集度上升了 0.92 个百分点，服务业的劳动比重上升了 7.81 个百分点，实际产出比重上升了 1.60 个百分点。此时偏向型技术进步对产业结构变迁的影响规律是有利于产业结构优化的，与假设 H4 一致。



（a）影响制造业资本密集度　（b）影响服务业就业比重　（c）影响服务业实际产出比重

图 5　相对要素技术效率比上升影响产业结构优化曲线展示图

（三）敏感性分析

调整参数进行稳健性检验，根据本文研究主题可以分为两类：一是影响产业结构特征的参数，主要包括最终品部门生产权重 γ、中间品部门资本密集程度 α_i、产品替代弹性 ε 及中间品部门要素替代弹性 σ_i；二是影响技术进步偏向的参数，即核心变量要素技术进步率 g_{A_i}、g_{B_i}。经过检验比较出参数的变化并未改变整体的结果，数值模拟的结论保持了较高的稳健性。

六、实证分析：以中国为例

本节进一步为假设 H1～假设 H3 提供实证支撑，以中国为例采用实际数据进行计量回归检验。中国作为全球规模最大的新兴经济体，其产业结构转型过程具有一定典型性，且得益于健全的统计体系，能够提供长时序、多维度且口径统一的产业与要素数据。因此，选用中国数据进行计量分析，以增强研究结论的可靠性。

（一）中国现状简析

以中国第二、三次产业（以下简称二产、三产）为代表，选取 2000—2020 年宏观层面数据，测算其要素替代弹性和技术效率相对变化情况。方法与前文设定相同，所需指标如下：产出水平（Y_{it}），使用各产业的实际增加值，并以 2000 年为基期进行平减；劳动力投入（L_{it}），选用各产业的年末从业人员数；资本投入（K_{it}），参考徐现祥[36]、宗振利[37]、张军[38]、单豪杰[39]，以 2000 年为基期，通过永续盘存法计算出各产业资本存量；资本报酬（rK_{it}）与劳动所得（wL_{it}），借鉴戴天仕和徐现祥[28]做法，按各地区各产业增加值比重分

解得到资本和劳动所得,再分别使用生产者出厂价格指数和居民消费价格指数,以 2000 年为基期进行平减。

从表 2 可以看出:一是中国二产、三产的资本-劳动要素替代弹性均大于 1,且二产数值大于三产。这说明期间二产的发展速度相对较快,可能得益于市场对要素调节作用在二产中的有效发挥,以及部分政策推动劳动力向二产转移,使得二产的规模效应进一步扩大,发展速度保持较高水平。二是资本密度系数的数值显示二产大于三产,即相对而言,二产是相对资本密集型产业,三产是相对劳动密集型产业。三是将要素替代弹性和资本密集系数代入式(4),求出二产和三产要素技术效率比,并做对数处理,显示三产资本-劳动技术效率比的下降趋势大于二产,二产相对于三产的技术效率比呈上升趋势(图 6)。

表 2　产业资本-劳动要素替代弹性测算结果

产业名称	要素替代弹性	资本份额
二产	1.1173 *** (0.0767)	0.4714 *** (0.0109)
三产	1.0023 *** (0.0016)	0.4502 *** (0.0043)

注:*** 表示系数在 1%的统计水平上显著;括号内为标准误。

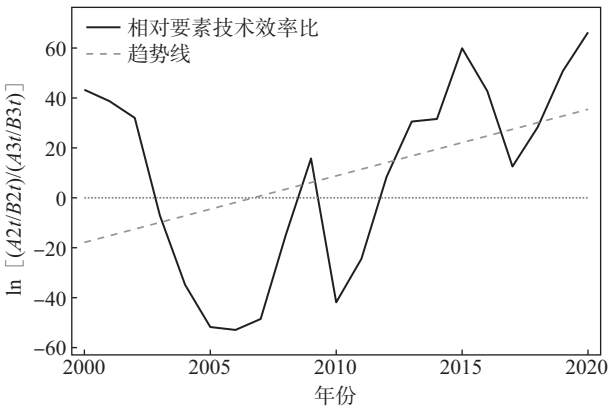


图 6　二产、三产相对要素技术效率比的变化

(二)模型构建

本节运用中国二产和三产数据,实证检验偏向型技术进步通过两部门的资本-劳动技术效率比的变化来改变两部门间要素资源配置和产出规模比变化。为了规避内生性等问题,选用将被解释变量滞后一阶作为解释变量纳入模型的广义矩估计动态 GMM(generalized method of moment)并进行相应模型构建如式(18)~式(21)所示。式(18)和式(19)验证“资源配置效应”的动态效应,式(20)验证“资本密集效应”的动态效应,式(21)验证“产出规模效应”的动态效应。

$$\ln k_{ijt} = \alpha_0 + \alpha_1 \ln k_{ijt-1} + \alpha_2 \ln AtBt_{ijt} + cX_{it} + \mu_i + \gamma_t + \varepsilon_{it} \quad (18)$$

$$\ln l_{ijt} = \alpha_0 + \alpha_1 \ln l_{ijt-1} + \alpha_2 \ln AtBt_{ijt} + cX_{it} + \mu_i + \gamma_t + \varepsilon_{it} \quad (19)$$

$$\ln kl_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 \ln kl_{it-1} + \alpha_2 \ln AtBt_{ijt} + cX_{it} + \mu_i + \gamma_t + \varepsilon_{it} \quad (20)$$

$$\ln y_{ijt} = \alpha_0 + \alpha_1 \ln y_{ijt-1} + \alpha_2 \ln AtBt_{ijt} + cX_{it} + \mu_i + \gamma_t + \varepsilon_{it} \quad (21)$$

其中:k_{ijt}、l_{ijt}、y_{ijt} 分别为产业间的要素和产出比重;kl_{it} 为单一部门内资本-劳动要素比;k_{ijt-1}、l_{ijt-1}、kl_{it-1}、y_{ijt-1} 分别为以上变量的滞后一期;$AtBt_{ijt}$ 为两部门资本-劳动技术效率比的比值;α 为变量系数;X_{it} 为控制变量集;γ_t 为时间效应;μ_i 为个体效应;ε_{it} 为随机扰动项。

(三)数据处理和变量说明

基于 2000—2020 年中国(因数据缺失,未包含西藏及港澳台地区)省级数据。所用数据主要来自《中国统计年鉴》《中国工业统计年鉴》《中国劳动统计年鉴》《中国固定资产投资统计年鉴》《中国国内生产总值核算历史资料 1996—2002》等,个别缺失数据通过查缺补漏或线性插值法补齐。

产业结构变迁的核心变量:①资本要素比重($\ln k_{23t}$)为逐年二产资本要素与二产、三产资本要素之和的比重;②劳动要素比重($\ln l_{23t}$)为逐年二产劳动要素与二产、三产劳动要素之和的比重;③资本要素密集度($\ln kl_{2t}$)为逐年二产资本-劳动要素比;④产出比量($\ln y_{23t}$),为逐年二产产出与二产、三产产出之和的比重。

技术进步偏向的核心变量:两部门相对要素技术效率比($\ln AtBt$),为逐年二产、三产资本-劳动技术效率比的比值,即 $\ln[(A_{2t}/B_{2t})/(A_{3t}/B_{3t})]$。

控制变量:①研发投入($\ln Rd$),使用地区研发投入经费占地区生产总值的比重代表研发投入的强度;②政府调控($\ln Gov$),使用地区政府财政支出占其 GDP 的比重代表政府调控水平;③开放水平($\ln Open$),使用地区贸易进出口总额占其 GDP 的比重代表开放水平;④人力资本水平($\ln Kd$),选取地区高校在校学生与总人口数的比值表示人力资本水平。变量的描述性统计分析见表 3。

表 3　变量描述性统计分析

变量类型	变量名称	观测数	均值	标准差	最小值	最大值
被解释变量	$\ln k_{23}$	630	-0.933	0.344	-2.025	-0.402
	$\ln l_{23}$	630	-0.948	0.241	-1.786	-0.417
	$\ln kl_2$	630	2.760	1.134	-0.647	5.290
	$\ln y_{23}$	630	-0.747	0.209	-1.846	-0.418
解释变量	ln*AtBt*	630	31.168	105.759	-264.801	432.580
控制变量	ln*Rd*	630	-4.530	0.692	-6.493	-2.742
	ln*Gov*	630	-1.668	0.427	-2.675	-0.442
	ln*Open*	630	-1.749	0.996	-4.883	0.543
	ln*Kd*	630	-4.282	0.576	-6.154	-3.188

（四）模型估计和结果分析

表 4 展示了偏向型技术进步影响产业结构变迁的动态模型结果，其中（1）列和（2）列为“资源配置效应”的回归结果，（3）列为“资本密集效应”，（4）列则为“产出规模效应”的回归结果。结果显示 *AR*（1）显著，*AR*（2）不显著，并通过 Hansen 检验。

表 4　偏向型技术进步影响产业结构变迁的动态效应

变量	（1）	（2）	（3）	（4）
	$\ln k_{23}$	$\ln l_{23}$	$\ln kl_2$	$\ln y_{23}$
L. $\ln k_{23}$	0.7713***（0.0688）			
L. $\ln l_{23}$		0.9422***（0.0655）		
L. $\ln kl_2$			0.8122***（0.0610）	
L. $\ln y_{23}$				0.9197***（0.0483）
ln*AtBt*	0.0003***（0.0001）	-0.0003*（0.0002）	0.0008**（0.0004）	-0.0002***（0.0001）
ln*Rd*	-0.1262***（0.0447）	0.0331（0.0382）	-0.2216*（0.1147）	-0.0353（0.0253）
ln*Gov*	-0.1261**（0.0561）	-0.0685（0.0684）	-0.1329（0.0831）	-0.0511**（0.0256）
ln*Open*	-0.0414（0.0329）	-0.0494（0.0332）	-0.3824*（0.2245）	-0.0318*（0.0169）
ln*Kd*	0.2025***（0.0479）	-0.0146（0.0153）	0.3622***（0.1032）	0.0084（0.0152）
Constant	-0.1975*（0.1096）	-0.1679**（0.0786）	1.4025*（0.7893）	-0.3241***（0.0798）
AR（1）	0.031	0.021	0.023	0.003
AR（2）	0.112	0.532	0.272	0.432
Hansen	0.460	0.092	0.497	0.115

注：***、**、*表示系数在 1%、5%和 10%的统计水平上显著；括号内为标准误。

从表 4 的（1）列和（2）列的回归结果可以看出，中国二产相对资本偏向型技术进步对其资本要素占比的影响系数显著为正，对劳动要素占比的影响系数显著为负，且分别在 1%和 10%的水平下显著。这表明随着二产技术进步偏向资本程度的上升，其资本要素在二产、三产业综合占比上升，而劳动要素占比下降，与假设 H1 的推论相符合。从表 4 的（3）列的回归结果可以看出二产相对资本偏向型技术进步对其资本劳动比的回归系数在 5%的水平上显著为正，说明该技术进步偏向提升了二产的资本密集程度，与假设 H2 所述相符合。从表 4 的（4）列的回归结果可以看出，二产相对资本偏向型技术进步对二产产出占比的影响在 1%水平上显著为负，意味着其技术进步偏向资本程度的上升，会降低二产在二产、三产业总产出中的相对比重，与假设 H3 的推论相符合。可见，技术进步偏向通过产业内“资源再配置效应”和产业间的“产出规模效应”使得资本流向二产，劳动流向三产，最终扩大了三产的产出规模。

基于上述中国二产、三产的动态模型实证检验，得到如下结论：当两部门均为劳动偏向型技术进步时，相对更偏向资本的技术进步会使得资本要素流向资本密集度更高的二产，劳动要素流向劳动密集度更高的三产，最终促进三产生产规模的扩大。整体而言，该部分结果与理论预期相符合。

（五）稳健性检验

本节使用缩尾及调整样本考察期的方式进行稳健性检验，将样本时间根据中国阶段性发展特征，划分为 2000—2007 年和 2008—2020 年，并分别重新估计。经检验，动态模型依旧基本显著，且各重要变量的系数符号完全一致，相应结论稳健。

七、结论与启示

如何更好地实现技术进步对产业结构变迁的有效助推,是新兴经济体经济增长和结构变化过程中必须解决的一项关键问题。本文以新兴经济体技术进步偏向中要素替代弹性的特征作为切入点,基于两部门双层CES生产函数,阐释偏向型技术进步对产业结构变迁影响的作用机制,并以“制造业-服务业”为特殊场景,探讨结构变迁优化的核心导向。结论显示:第一,偏向型技术进步对产业结构变迁的作用效果,取决于要素替代弹性与要素技术效率的协同作用。在高要素替代弹性情境下,若相对资本密集型部门的资本技术效率提升速率高于劳动技术效率,将引发三重效应,具体包括:该部门产业内资本密集度显著提高(资本密集效应);要素在跨部门间重新配置,该部门资本要素流入,劳动要素流出(资源配置效应);相对资本密集型部门产出比重下降,而相对劳动密集型部门产出规模扩大(产出规模效应),三者共同驱动产业结构发生系统性调整。第二,当制造业设定为相对资本密集型部门、服务业为相对劳动密集型部门时,偏向型技术进步将推动制造业资本要素占比与资本密集度同步提升,同时促进服务业就业比重与产出规模稳步扩大。这一结构变动趋势契合产业结构从工业主导向服务业主导、从要素驱动向效率驱动转型的优化逻辑。

基于上述结论,针对高要素替代弹性、处于高速增长或转型期的新兴经济体,结合中国作为代表性实践场景,提出以下针对性政策建议:第一,持续优化要素市场化配置体系,破除资本、劳动等核心生产要素跨部门、跨区域流动的制度梗阻。通过简化要素流动审批程序、健全统一要素市场规则、消除区域间要素流动壁垒等举措,充分释放高要素替代弹性下要素配置的灵活性与高效性,为偏向型技术进步“资源配置效应”的充分发挥筑牢制度根基。第二,依据工业化发展阶段精准锚定技术进步方向,实施差异化技术发展战略。对于处于工业化后期的新兴经济体,应借鉴发达国家资本深化对经济增长的边际助推效应逐步递减的经验,摒弃对资本偏向型技术进步的过度依赖,转向“资本与劳动技术效率均衡提升”的发展路径。重点通过培育技能密集型产业、推广适配劳动要素的数字化技术、强化人力资本投资等方式提升劳动技术效率,依托要素效率协同升级驱动产业结构深度转型。第三,作为新兴经济体的中国,进一步构建现代化产业体系,发展新质生产力。在中国从传统劳动密集型工业主导向高技能劳动密集、资本密集与技术密集型工业协同发展转型的关键阶段,既要持续提升各类要素的技术效率,又要精准把握不同要素作用的阶段性差异,牢牢坚守“劳动者、劳动资料、劳动对象及其组合优化跃升”的底层逻辑,推动产业结构向高端化、智能化、绿色化转型。此外,还需兼顾区域协调发展,针对国内不同发展水平地区的产业特征与要素禀赋开展分类研究,可为拓展本研究的理论边界与实践价值提供重要方向。

参考文献

[1] HICKS J R. Marginal productivity and the principle of variation[J]. Economica, 1932(35): 79-88.

[2] ACEMOGLU D. Directed technical change[J]. The Review of Economic Studies, 2002, 69(4): 781-809.

[3] ACEMOGLU D. Equilibrium bias of technology[J]. Econometrica, 2007, 75(5): 1371-1409.

[4] DE LA GRANDVILLE O. In quest of the Slutsky diamond[J]. The American Economic Review, 1989, 79(3): 468-481.

[5] 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, 33(11): 94-110.

[6] HERRENDORF B, HERRINGTON C, VALENTINYI A. Sectoral technology and structural transformation[J]. American Economic Journal: Macroeconomics, 2015, 7(4): 104-133.

[7] ALVAREZ-CUADRADO F, VAN LONG N, POSCHKE M. Capital-labor substitution, structural change and the labor income share[J]. Journal of Economic Dynamics and Control, 2018, 87: 206-231.

[8] ACEMOGLU D, GUERRIERI V. Capital deepening and nonbalanced economic growth[J]. Journal of Political Economy, 2008, 116(3): 467-498.

[9] DUARTE M, RESTUCCIA D. The role of the structural transformation in aggregate productivity[J]. The Quarterly Journal of Economics, 2010, 125(1): 129-173.

[10] ALVAREZ-CUADRADO F, VAN LONG N, POSCHKE M. Capital-labor substitution, structural change, and growth[J]. Theoretical Economics, 2017, 12(3): 1229-1266.

[11] 郭凯明, 罗敏. 有偏技术进步、产业结构转型与工资收入差距[J]. 中国工业经济, 2021(3): 24-41.

[12] 吴华英, 刘霞辉, 苏志庆. 偏向型技术进步驱动下的结构变迁与生产率提高[J]. 上海经济研究, 2021(3): 45-59.

[13] 卓玛草. 异质性要素替代弹性、有偏技术进步与中国结构转型[J]. 经济学报, 2023, 10(4): 305-336.
[14] KLUMP R, MCADAM P, WILLMAN A. Factor substitution and factor-augmenting technical progress in the United States: A normalized supply-side system approach[J]. The Review of Economics and Statistics, 2007, 89(1): 183-192.
[15] SATO R, MORITA T. Quantity or quality: The impact of labour saving innovation on US and Japanese growth rates, 1960—2004[J]. The Japanese Economic Review, 2009, 60: 407-434.
[16] 朱琳, 汪波, 徐波. 中国技术进步偏向性的测算与分析[J]. 技术经济, 2016, 35(11): 73-78, 96.
[17] 柏培文, 王亚文. 中国细分行业技能资本替代弹性与技术偏向性[J]. 经济研究, 2023, 58(3): 135-153.
[18] 马美艳, 张宝生, 李忻颖, 等. 中国区域要素替代弹性及技术进步偏向测算[J]. 统计与决策, 2024, 40(5): 126-131.
[19] 贺立, 吕光明. 中国省份要素替代弹性估计及增长效应研究[J]. 中国经济问题, 2022(4): 109-124.
[20] 李爱, 盖骁敏. 技术进步偏向对产业结构优化的作用机制与实证检验——基于要素技术效率视角[J]. 暨南学报(哲学社会科学版), 2021, 43(3): 72-86.
[21] 周明生, 赵杉杉. 要素替代、产业结构升级推进共同富裕实现[J]. 统计与决策, 2023, 39(23): 132-137.
[22] 徐邵军, 刘修岩, 倪克金. 偏向型技术进步、要素价格扭曲与要素配置效率[J]. 经济评论, 2024(5): 3-19.
[23] 祝长华, 傅元海. 技术进步偏向性对中国制造业结构升级的影响研究[J]. 数理统计与管理, 2023, 42(4): 679-700.
[24] GANCIA G, ZILIBOTTI F. Technological change and the wealth of nations[J]. Annual Review of Economics, 2009, 1: 93-120.
[25] 郑江淮, 荆晶. 技术差距与中国工业技术进步方向的变迁[J]. 经济研究, 2021, 56(7): 24-40.
[26] ACEMOGLU D. Labor-and capital-augmenting technical change[J]. Journal of the European Economic Association, 2003, 1(1): 1-37.
[27] KLUMP R, PREISSLER H. CES production functions and economic growth[J]. Scandinavian Journal of Economics, 2000, 102(1): 41-56.
[28] 戴天仕, 徐现祥. 中国的技术进步方向[J]. 世界经济, 2010, 33(11): 54-70.
[29] 张宇燕, 田丰. 新兴经济体的界定及其在世界经济格局中的地位[J]. 国际经济评论, 2010(4): 7-26, 3.
[30] 袁礼, 欧阳峣. 发展中大国提升全要素生产率的关键[J]. 中国工业经济, 2018(6): 43-61.
[31] MALLICK D. The role of the elasticity of substitution in economic growth: A cross-country investigation[J]. Labour Economics, 2012, 19(5): 682-694.
[32] KARABARBOUNIS L, NEIMAN B. The global decline of the labor share[J]. The Quarterly Journal of Economics, 2014, 129(1): 61-103.
[33] 干春晖, 郑若谷, 余典范. 中国产业结构变迁对经济增长和波动的影响[J]. 经济研究, 2011(5): 4-16.
[34] 涂正革, 陈立. 技术进步的方向与经济高质量发展——基于全要素生产率和产业结构升级的视角[J]. 中国地质大学学报(社会科学版), 2019, 19(3): 119-135.
[35] 郭凯明, 潘珊, 颜色. 新型基础设施投资与产业结构转型升级[J]. 中国工业经济, 2020(3): 63-80.
[36] 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.
[37] 宗振利, 廖直东. 中国省际三次产业资本存量再估算: 1978—2011[J]. 贵州财经大学学报, 2014(3): 8-16.
[38] 张军, 吴桂英, 张吉鹏. 中国省际物质资本存量估算: 1952—2000[J]. 经济研究, 2004(10): 35-44.
[39] 单豪杰. 中国资本存量 K 的再估算: 1952—2006 年[J]. 数量经济技术经济研究, 2008, 25(10): 17-31.

Impact of Factor-Biased Technological Change on Industrial Structure Transformation in Emerging Economies: Mechanism Analysis and Evidence from China

Wang Zixiao[1], Liu Jianing[2]

(1. Institute of Applied Economics of Shanghai Academy of Social Sciences, Shanghai 200030, China; 2. Institute of Public Finance and Finance, Guangdong Academy of Social Sciences, Guangzhou 510630, China)

Abstract: The supply side provides a crucial perspective for structural change research, and clarifying how factor-biased technological change affects industrial structure transformation is particularly important. Unlike developed economies with stabilized development, emerging economies are currently experiencing rapid economic expansion or transitioning towards high-quality development, characterized by high factor substitution elasticity and strong developmental flexibility. As the world's largest emerging economy, China is in a critical phase of this transition, with its factor structure and policy orientation being highly representative. Focusing on emerging economies, based on their high elasticity of factor substitution and heterogeneous rates of factor-augmenting technological progress, it develops a two-sector nested production function model. The influence mechanism of factor-biased technological change on industrial structure transformation is investigated when capital-labor substitution elasticity remains fixed, focusing on relative changes in capital and labor technological efficiency. Through theoretical derivation and numerical simulation, three major pathways are identified: the "resource allocation effect", the "capital deepening effect", and the "output scale effect". When capital technological efficiency grows faster in relatively capital-intensive sectors, capital share across industries is increased, capital intensity within industries is enhanced, and output share across industries is decreased, ultimately expanding production scale in relatively labor-intensive sectors. Moreover, when the relatively capital-intensive sector is defined as manufacturing and the relatively labor-intensive sector as services, such transformation process aligns with the direction of industrial structure optimization. Econometric tests using Chinese data further verify the above mechanisms. Implications are provided for industrial policy formulation and sustainable development in emerging economies, along with insights for technological innovation-driven modernization of industrial systems in Chinese-style modernization.

Keywords: emerging economies; factor-biased technological change; factor technical efficiency; industrial structure transformation