

异质性要素替代弹性与中国产业结构变迁

——兼论新发展格局稳增长的来源^{*}

卓玛草

(西北师范大学经济学院 甘肃兰州 730070)

摘 要: 本文将双层嵌套 CES 函数和有偏技术进步引入多部门动态一般均衡模型,从供需结构、要素结构和技术结构解释中国产业结构变迁的过程,采用 NLSUR 估计中国三次产业异质性替代弹性“真实”值。研究发现:相对价格效应是结构变迁的主导机制,要素再平衡效应影响非常有限;农业部门资本积累、要素替代弹性和 TFP 增长“三低”特征驱动其“剩余”劳动流向非农产业,工业部门呈倒 U 形变迁源于资本深化,服务业部门比重持续上升更多表现为“鲍莫尔成本病”。为此,本文认为有效提高要素替代弹性、提升劳动增进型技术进步增长率是促进稳增长的内在动力。

关键词: 要素替代弹性 要素效率增长率 产业结构变迁

中图分类号: F121.3 **JEL 分类号:** O14 O41 C82 O30

一、引言及文献综述

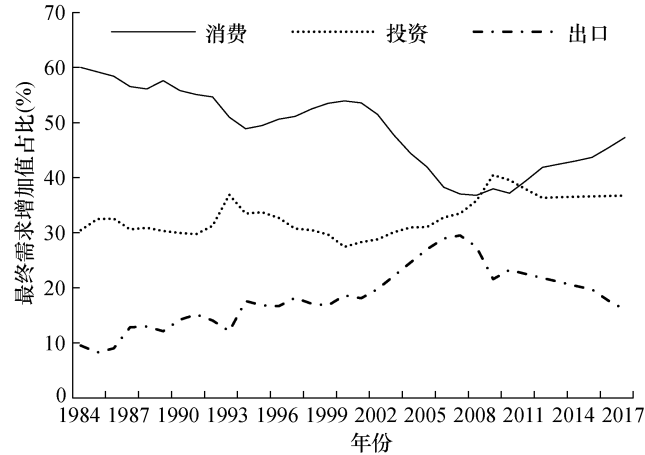
2021 年中央经济工作会议提出,中国经济结构出现重大变革,服务业经济增长贡献率超过 50%,高新技术产业迅猛发展。图 1 从需求视角反映了中国自 1984 年以来经济增长过程中不同阶段需求动因的转换现象与规律,1984—2008 年中国经济增长动力经历了从“内需依存”向“出口导向”转向的演变路径,表明投资和出口拉动的需求效应是驱动工业部门发展的主要动因。随着中国经济进入高质量发展阶段,“双循环新发展格局与创新驱动发展战略”调整的需求结构使得服务业增加值占比不断上升。但是,经济结构服务化趋势的不断加快并不意味着中国已进入“后工业化阶段”(徐朝阳和王韡,2021),中国产业结构转型升级应有之义是推动制造业和服务业深度融合、共同发展。因此,在此背景下构建系统性的理论分析框架,寻找决定中国产业结构变迁方向的主导机制、成因逻辑以及新发展格局稳增长的来源,具有重要的理论价值和现实意义。

现有研究解释中国结构变迁主要在基于需求侧恩格尔效应与供给侧鲍莫尔效应的基础上强调需求结构变迁(颜色等,2018)和部门异质性替代弹性(徐朝阳和王韡,2021)影响产业结构变迁的经济机制,分别得到恩格尔效应、鲍莫尔效应是决定产业结构变迁主导力量的不同结论。Kongsamut 等(2001)从需求视角将收入变动驱动结构变迁定义为“收入效应”,Acemoglu 和 Guerrieri(2008)从供给生产视角将资本积累和资本产出弹性差异驱动结构变迁定义为“资本深化效应”。图 2 用资本—劳动比刻画了农业

^{*} 本文为国家社会科学基金西部项目“户籍制度、城市规模体系与城市化健康发展的关联性研究”(项目编号:2018XSH004)的阶段成果。作者感谢匿名审稿专家在本文写作过程中提出的宝贵意见,文责自负。

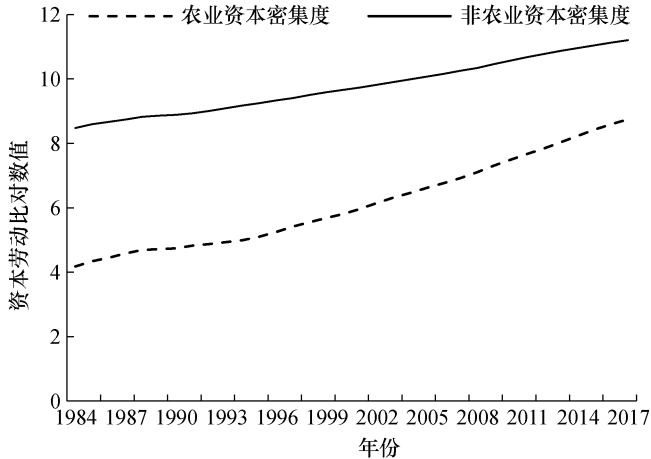
部门与非农业部门要素投入结构，从中可以发现中国农村剩余劳动力的不断转移和农业机械化进程持续推动了农业的资本深化，但农业部门资本密集程度显著低于非农业部门，说明资本—劳动要素替代不仅取决于要素价格相对高低的变化，而且受到要素替代弹性的制约，制度约束、资源禀赋条件等会增加要素替代难易程度（郑旭媛和徐志刚，2017）。要素替代弹性度量了要素相对价格变化对要素使用比例的影响。Alvarez-Guadrado 等（2017）将要素替代弹性异质性驱动产业结构变迁定义为“要素再平衡效应”。要素替代弹性决定了要素收入分配方式和产品相对价格，相对价格变化驱动结构变迁的作用机理被定义为“相对价格效应”，而相对价格推动结构变迁的先决条件为产品替代弹性的大小。因此，识别产业结构变迁的形成动因和传导路径，关键在于理论模型中全方位考虑要素密集度差异、部门间存在产品替代弹性差异及部门内存在要素替代弹性差异的影响。

图 1 中国经济增长动力来源分解



资料来源：作者依据 WORLD KLEMS 提供的中国投入产出表、国家统计局提供的投入产出表数据得到。

图 2 中国农业与非农业资本密集度



资料来源：作者依据相关年鉴及核算资料原始数据得到。

现有研究有三支文献与本文研究问题密切相关。一是关于解释产业结构转型与要素

收入分配的文献，相关性在于多部门理论框架中的“研究要素”。郭凯明（2019）和郭凯明等（2020）关注需求收入弹性、部门异质性产品替代弹性与资本深化、人工智能相结合，研究“弹性”对技能溢价、劳动收入份额变化与结构转型影响的具体条件及作用机制。但不足之处在于数值模拟部分中所有参数值均采用参数设定或校准方法，仅限验证理论框架的作用机理。二是关于有偏技术进步解释中国经济结构与要素收入分配的文献，相关性在于有偏技术进步这一“研究视角”。王林辉和袁礼（2018）强调技术进步的作用，得到有偏技术进步影响要素技术效率推动产业结构变迁，进而影响劳动收入份额的结论。郭凯明和罗敏（2021）系统考察了有偏技术进步对工资收入差距的影响，虽“研究要素”与“研究视角”与本文密切相关，但其研究主要问题在于工资收入差距而非产业结构转型问题本身。三是待估参数要素替代弹性的识别、技术进步偏向测度的文献。Klump 等（2007）建立标准化不变替代弹性（CES）生产函数，采用标准化供给面系统估计方法，估计美国 1953—1998 年资本劳动的替代弹性在 0.5—0.8，得到美国技术进步偏向资本的结论。目前国内关于技术进步偏向测度的研究相对成熟，大多文献（戴天仕和徐现祥，2010；陈晓玲和连玉君，2013；雷钦礼，2013；封永刚等，2017）参考 Klump 等（2007）标准化供给面系统方法，在可变框架下测度中国技术进步的偏向但得到的结论存在分歧，存在争议的关键在于中国要素替代弹性究竟“大于 1”还是“小于 1”。陈登科和陈诗一（2018）指出要素替代弹性准确测度面临数据、估计方法以及研究方法等方面的困难。

本文从中国持续深化的趋势性转型过程所塑造的结构特征出发，结合供需结构、要素结构和技术结构全面展示影响中国产业结构变迁的前提条件、影响方向和主导机制。尝试在以下两方面做出边际贡献。第一，本文的理论创新之处在于，使用了一个更一般性的模型框架，将 Alvarez-Guadrado 等（2017）的中间产品生产部门从两部门扩展为三部门，在部门间异质性产品替代弹性基础上允许部门内要素替代弹性存在差异，分析要素替代弹性、产品替代弹性、资本深化、技术进步所对应的要素再平衡效应、相对价格效应、相对边际产出效应影响产业部门间要素流动方向的条件和驱动产业结构变迁的深层次作用机理。进一步借鉴 Herrendorf 等（2015）的理论框架，以及参数估计、数值拟合三次产业就业比重的经验数据，本文采用反事实分析定量分解了要素密集度、要素替代弹性与技术进步对产业结构变迁的作用大小。

第二，本文定量分析创新之处在于，在使用标准化供给面联立方程的基础上，从需求侧引入双层嵌套的 CES 非位似偏好效用函数，构建了需求侧相对需求结构的联立方程，得到中国整体经济和三次产业替代弹性（产品、要素）及其他参数的“真实”准确估计值。Alvarez-Guadrado 等（2017）在量化分析中的参数取值直接参考 Herrendorf 等（2013，2015）的参数估计结果，而国内文献更多采用参数校准或设定方法进行数值模拟，不利于反映中国经济结构转型的现实特征。本文所做的补充工作和可能创新之处在于：一是修正数据处理的细节设定，更准确地估计了中国整体经济和三次产业要素替代弹性及其技术参数值；二是放松 Box-Cox 不变框架，采用变换组合不同要素效率增长率形式并估计相应参数，根据数值模拟的拟合效果比较、判断三次产业要素效率增长的“真实”形式；三是从需求侧尝试采用双层嵌套的非位似偏好效用函数，参考 Herrendorf 等（2013）的参数估计方法估计产业间、产业内双层产品需求替代弹性，以确定要素流动方向的前提和充分条件。

二、模型构建

本文建立一个多部门动态一般均衡模型，在供给方面采用双层嵌套 CES 生产函数区分农业与非农业部门产品异质性替代弹性；在需求方面追踪最终需求引致的产业增加值构成，重在区分国内产品和进口产品，以“真实”分解需求结构变化诱发的供给结构变迁。

（一）供给侧生产与要素资源配置

在生产方面，最终产品生产部门采用双层嵌套 CES 生产技术进行生产：

$$Y_t = [\varphi Y_{1t}^{\frac{\eta-1}{\eta}} + (1-\varphi)(\gamma Y_{2t}^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}} + (1-\gamma)Y_{3t}^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}})^{\frac{\varepsilon(\eta-1)}{(\varepsilon-1)\eta}}]^{\frac{\eta}{\eta-1}} \quad (1)$$

其中， Y_t 表示最终产品总产出，投入农产品 1 与非农业产品 2、3 为中间品进行生产。非农业产出 Y_{mt} 由工业和服务业部门产出 Y_{2t} 、 Y_{3t} 复合而成，满足 $Y_{mt} = [\gamma Y_{2t}^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}} + (1-\gamma)Y_{3t}^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}}]^{\frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}}$ ，用下标 $s \in \{1, 2, 3\}$ 区分农业、工业和服务业。其中，参数 $0 < \varphi, \gamma < 1$ 为常数，分别表示最终产出中农业部门以及非农业部门中工业部门的产出权重；农产品与非农产品之间的替代弹性是 $\eta \geq 0$ ，非农产品之间的替代弹性是 $\varepsilon \geq 0$ 。双层嵌套的 CES 生产函数形式允许部门之间和部门内部的产品替代弹性存在差异。下标 t 表示时间。

三个中间产品生产部门均使用资本 K_{st} 和劳动 L_{st} 要素进行生产，技术满足 CES 形式：

$$Y_{st} = [\alpha_s K_{st}^{\frac{\sigma_s-1}{\sigma_s}} + (1-\alpha_s)(M_{st}L_{st})^{\frac{\sigma_s-1}{\sigma_s}}]^{\frac{\sigma_s}{\sigma_s-1}} \quad (2)$$

其中， α_s 和 $1-\alpha_s$ 表示资本和劳动的产出弹性， M_{st} 是劳动增进型技术进步率。参数 $\sigma_s \geq 0$ ，表示 s 部门生产要素替代弹性，允许产业部门内要素替代弹性存在差异是本文设定模型的关键所在。假设要素可以在不同部门之间实现自由流动，定义 $\{\tau_{st}, \lambda_{st}\}$ 分别表示各产业部门所使用资本和劳动占整体经济总资本和总劳动投入的比重， $\{\tau_{mt}, \lambda_{mt}\}$ 表示工业部门 2 所使用资本和劳动占非农业部门 m 的比重，由此可得：

$$\tau_{1t} = \frac{K_{1t}}{K_t}, \lambda_{1t} = \frac{L_{1t}}{L_t} \quad (3)$$

$$\tau_{2t} = \frac{K_{2t}}{K_t} = (1-\tau_{1t})\tau_{mt}, \lambda_{2t} = \frac{L_{2t}}{L_t} = (1-\lambda_{1t})\lambda_{mt} \quad (4)$$

$$\tau_{3t} = \frac{K_{3t}}{K_t} = (1-\tau_{1t})(1-\tau_{mt}), \lambda_{3t} = \frac{L_{3t}}{L_t} = (1-\lambda_{1t})(1-\lambda_{mt}) \quad (5)$$

其中， $\{(\tau_{st}, \lambda_{st}) : s=1, 2, 3\}$ 的变化衡量了资本、劳动生产要素在不同产业部门间的流动和配置，反映了产业结构变迁的过程。最终产品生产部门在完全竞争市场条件下，面临零利润 $\sum P_{st}Y_{st} = P_tY_t$ 生产约束条件（设 $P_t=1$ ），利润最大化问题的一阶最优性条件为：

$$P_{1t} = \varphi \left(\frac{Y_{1t}}{Y_t} \right)^{-\frac{1}{\eta}} \quad (6)$$

$$P_{2t} = \gamma(1-\varphi) \left(\frac{Y_{2t}}{Y_t} \right)^{-\frac{1}{\eta}} \left(\frac{Y_{mt}}{Y_{2t}} \right)^{\frac{\eta-\varepsilon}{\varepsilon\eta}}, P_{3t} = (1-\gamma)(1-\varphi) \left(\frac{Y_{3t}}{Y_t} \right)^{-\frac{1}{\eta}} \left(\frac{Y_{mt}}{Y_{3t}} \right)^{\frac{\eta-\varepsilon}{\varepsilon\eta}} \quad (7)$$

求解中间产品生产部门的利润最大化问题，可以得出各要素的相对需求分别为：

$$P_{st} \alpha_s \left(\frac{Y_{st}}{K_{st}} \right)^{\frac{1}{\sigma_s}} = r_{st} \quad (8)$$

$$P_{st} (1 - \alpha_s) \left(\frac{Y_{st}}{L_{st}} \right)^{\frac{1}{\sigma_s}} M_{st}^{\frac{\sigma_s - 1}{\sigma_s}} = w_{st} \quad (9)$$

其中, $\{(P_{st}, r_{st}, w_{st}) : s=1, 2, 3\}$ 分别表示农业、工业和服务业部门的产品价格、资本租金和劳动价格。在完全竞争市场条件下, 产品市场和要素市场以一组均衡价格实现两种生产要素 K_t 和 L_t 在不同部门的配置, 市场出清条件 $K_t = \sum K_{st}$, $L_t = \sum L_{st}$ 。消费者预算约束条件方程为 $Y_t = C_t + I_t = C_t + \dot{K}_t + \delta K_t$, 资本积累采用标准方程 $K_{t+1} = (1 - \delta) K_t + I_t$ 。

需要说明的是, 非农业部门中工业部门与服务部门之间产品替代弹性同质而具有对称性。为了简化分析, 模型重点讨论决定生产要素在农业部门 1 和工业部门 2 之间流动的影响因素和作用机制, 其他部门间影响要素动态配置过程的内在机理具有一致性。进一步地, 依据式 (6) — (9), 将厂商实现一般均衡的一阶条件整理为:

$$CC \equiv \frac{1 - \alpha_1}{1 - \alpha_2} \frac{\alpha_2}{\alpha_1} \frac{M_{1t}^{\frac{\sigma_1 - 1}{\sigma_1}}}{M_{2t}^{\frac{\sigma_2 - 1}{\sigma_2}}} k_t^{\frac{1}{\sigma_1} - \frac{1}{\sigma_2}} \frac{\tau_{1t}^{\frac{1}{\sigma_1}}}{[(1 - \tau_{1t}) \tau_{mt}]^{\frac{1}{\sigma_2}}} \frac{\lambda_{1t}^{\frac{1}{\sigma_1}}}{[(1 - \lambda_{1t}) \lambda_{mt}]^{\frac{1}{\sigma_2}}} = 1 \quad (10)$$

$$LM \equiv \frac{\varphi}{\gamma(1 - \varphi)} \frac{1 - \alpha_1}{1 - \alpha_2} \frac{Y_{1t}^{\frac{1}{\sigma_1} - \frac{1}{\eta}}}{Y_{2t}^{\frac{1}{\sigma_2} - \frac{1}{\eta}}} \left(\frac{Y_{mt}}{Y_{2t}} \right)^{\frac{\varepsilon - \eta}{\varepsilon \eta}} \frac{[(1 - \lambda_{1t}) \lambda_{mt}]^{\frac{1}{\sigma_2}}}{\lambda_{1t}^{\frac{1}{\sigma_1}}} L_t^{\frac{1}{\sigma_2} - \frac{1}{\sigma_1}} \frac{M_{1t}^{\frac{\sigma_1 - 1}{\sigma_1}}}{M_{2t}^{\frac{\sigma_2 - 1}{\sigma_2}}} = 1 \quad (11)$$

其中, $k_t = \frac{K_t}{L_t}$ 为人均资本存量。式 (10) 方程的左边为生产的契约线 (contract curve, 也称“CC 曲线”), 表示一般均衡条件下资本和劳动两种要素边际技术替代率相等的最优点。CC 曲线是下凹的 (斜率为正), 表示资本和劳动两种要素投入呈互补性, 从而刻画了要素异质替代弹性所产生的要素再平衡效应对产业结构变迁的影响。式 (11) 方程的左边为劳动流动曲线 (labor mobility condition, 也称“LM 曲线”), 表示不同部门之间劳动力边际产出价值相等的最优点。LM 曲线斜率正负由部门间产品需求替代弹性决定。当产品替代弹性 η 大于 1 时, LM 曲线是下凹的 (斜率为正); 反之, 当产品替代弹性 η 小于 1 时, LM 曲线是下凸的 (斜率为负)。

(二) 需求侧最终使用与增加值构成

在需求方面, 本文根据 Herrendorf 等 (2013) 的消费增加值核算框架, 按需求增加值法从价值来源角度追踪最终需求所拉动的产业增加值构成, 即消费、投资和出口中分别有多少产值是由农业、工业和服务业生产的。^① 由于最终需求分为国内需求和国外需求两个部分, 为了核算最终需求对国内经济产生的“真正”作用, 需将竞争型投入—产出表拆分为非竞争型投入—产出表^②, 国内最终使用的消费、投资、出口与增加值之间

① 这为一般理论模型通常将不同产业部门视为中间部门, 设定最终产品生产使用中间部门产出作为中间品投入, 且采用常替代弹性生产技术的生产函数形式, 提供了理论解释。

② 将 WORLD KLEMS 提供的中国投入产出表拆分为非竞争型投入产出表, 拆分方法参考沈利生 (2009)。

的关系为：

$$Y = V \times (I - A^d)^{-1} \times (C^d + IN^d + EX) = VB^d \times (C^d + IN^d + EX) \quad (12)$$

其中， Y 、 C^d 、 IN^d 和 EX 分别表示增加值和三项最终使用矩阵形式，均是 $n \times 1$ 矩阵列向量，每个元素分别代表 n 个分行业的增加值、国内消费、国内投资和出口的支出数量。 I 和 V 分别表示单位矩阵和分行业增加值对角矩阵，均为 $n \times n$ 矩阵。 A^d 和 B^d 分别表示非竞争型投入—产出表的直接消耗系数矩阵和列昂惕夫逆矩阵。为了更清晰地描述国内最终需求所诱致拉动的三次产业增加值构成，将式（12）矩阵展开如下：

$$\begin{bmatrix} Y_a \\ Y_m \\ Y_s \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} v_1 & 0 & \cdots & 0 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & v_2 & \cdots & v_k & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & 0 & \cdots & 0 & v_{k+1} & \cdots & v_n \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} b_{11}^d & \cdots & b_{1n}^d \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ b_{n1}^d & \cdots & b_{nn}^d \end{bmatrix} \times \left(\begin{bmatrix} c_1^d \\ \vdots \\ c_n^d \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} in_1^d \\ \vdots \\ in_n^d \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} ex_1 \\ \vdots \\ ex_n \end{bmatrix} \right) \quad (13)$$

其经济含义是，各分行业国内消费、国内投资和出口拉动的增加值被分解为农业、工业和服务业三次产业增加值 Y_{st} ， $s \in \{1, 2, 3\}$ 。产品市场出清条件为 $Y_{st} = C_{st}^d + IN_{st}^d + EX_{st}^d$ 。假设经济体由无限生命周期的代表性个体组成，在预算约束条件下 $\sum p_{st} Y_{st} = \sum (w_{st} L_{st} + r_{st} K_{st})$ ，消费不同产业部门产品最大化个人效用，偏好满足非位似的双层嵌套 CES 形式^①：

$$Y_t = \left[\varphi^{\frac{1}{\eta}} (Y_{1t} + \bar{a})^{\frac{\eta-1}{\eta}} + (1 - \varphi)^{\frac{1}{\eta}} (\gamma^{\frac{1}{\varepsilon}} Y_{2t}^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}} + (1 - \gamma)^{\frac{1}{\varepsilon}} (Y_{3t} + \bar{s})^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}})^{\frac{\varepsilon(\eta-1)}{(\varepsilon-1)\eta}} \right]^{\frac{\eta}{\eta-1}} \quad (14)$$

其中， $\varphi, \gamma \in (0, 1)$ 是常数，满足 $\varphi + (1 - \varphi)\gamma + (1 - \varphi)(1 - \gamma) = 1$ 。参数 $\eta, \varepsilon \in [0, +\infty)$ ，分别表示农产品和非农业产品之间的产品需求替代弹性、非农产业内部工业品和服务业产品之间的产品需求替代弹性。

三、理论模型的分析

定义 θ_s 和 $1 - \theta_s$ 分别为中间产品部门资本和劳动产出弹性。根据式（2），对任意部门产出求导可得到 $d \log Y_{st} = (1 - \theta_s) d \log (M_{st} L_{st}) + \theta_s d \log K_{st}$ ，对任意变量 Z ，满足 $d \log (1 - Z) = \frac{-Z}{1 - Z} d \log Z$ 。假设 $\lambda_{2t} > \tau_{1t}$ 时，可知 $\theta_2 > \theta_1$ ，表示部门 1 劳动密集程度越高则劳动产出弹性、劳动收入份额越高。要素替代弹性异质性条件下资本深化、技术进步驱动产业结构变迁的方向依赖于要素产出弹性、技术进步率和产品替代弹性。不同情形下要素再平衡效应、相对价格效应和相对边际产出效应相互作用且大小不同，共同决定产业结构变迁的主导机制及过程。

（一）要素再平衡效应与产业结构变迁

为了分析异质性要素替代弹性对产业结构变迁的内在作用机制，本文提出假设 1： $\sigma_2 > \sigma_1 = 1$ ， $\alpha_2 = \alpha_1 = \alpha$ 且 $\varepsilon, \eta = 1$ ，要素流动的方向由下列命题 1 决定：

① 从函数形式可以发现，需求侧双层嵌套的 CES 偏好效用函数与供给侧最终产品双层嵌套的 CES 生产函数形式、替代弹性参数均一致。由于需求增加值法揭示了需求与供给是“同一枚硬币的两面”的模型构建思路，效用函数改进之处在于加入 Stone-Geary 非位似偏好，借鉴 Herrendorf 等（2013）将分配参数从线性设定为非线性，有助于价格指数构建与模型求解。

$$\frac{d\ln\tau_{lt}}{d\ln k_t} = -\frac{d\ln\tau_{lt}}{d\ln M_{2t}} = \frac{1-\sigma_{2t}}{\sigma_{2t}G(\tau_{lt})\tau_{lt}} < 0 \quad (15)$$

$$\frac{d\ln\lambda_{lt}}{d\ln k_t} = -\frac{d\ln\lambda_{lt}}{d\ln M_{2t}} = \frac{\alpha}{1-\alpha} \frac{\tau_{mt}}{\lambda_{mt}} \frac{\lambda_{lt}}{\tau_{lt}^2} \frac{\sigma_2-1}{\sigma_2G(\tau_{lt})} > 0 \quad (16)$$

$$\frac{d\ln\tau_{lt}}{d\ln M_{1t}} = \frac{d\ln\lambda_{lt}}{d\ln M_{1t}} = 0 \quad (17)$$

其中, $G(\tau_{lt}) \equiv \left\{ \left[\frac{1}{\sigma_2(1-\lambda_{lt})} + \frac{1}{\lambda_{lt}} + \left(\frac{1}{\sigma_3} - \frac{1}{\sigma_2} \right) \right] \left(\frac{\lambda_{lt}}{\tau_{lt}} \right)^2 \times \frac{\alpha}{1-\alpha} \times \frac{\tau_{mt}}{\lambda_{mt}} + \left[\frac{1}{\sigma_3(1-\tau_{lt})} + \frac{1}{\tau_{lt}} \right] \right\}$ 。当 $\sigma_2 < \sigma_1 = 1$ 时, 命题 1 的结论符号相反。^①

命题 1 背后的经济含义是: 资本存量增长使得资本要素相对成本下降。当 $\sigma_2 > \sigma_1$ 时, 工业部门倾向于使用资本替代劳动, 资本深化效应促使其生产扩张的同时产品相对价格下降。 $\sigma_2 > \varepsilon = 1$ 决定了相对价格效应大于相对边际产出效应, 促使劳动流向替代弹性较低的农业部门, 最终表现为 CC 曲线向上移动, LM 曲线斜率为负且向上移动, 即两条曲线移动幅度相对大小取决于要素替代弹性和要素产出弹性的大小差异。在此, $\alpha_2 = \alpha_1 = \alpha$ 决定了要素再平衡效应发挥主导作用的机制, 决定了 CC 曲线向上移动的幅度大于 LM 曲线, 产业结构变迁的最终结果是农业部门资本占比下降而劳动占比上升, 资本密集型部门更加密集地使用资本。同样, 工业部门劳动增强型技术进步使得单位有效劳动的成本相对下降, 促使工业部门投入更多劳动替代资本, 生产扩张导致相对价格下降, 使得更多的资本流向农业部门, 产业结构变迁是要素再平衡效应发挥主导作用的结果。最后, 由于农业部门要素单位替代弹性 $\sigma_1 = 1$, 即使农业部门增强型技术进步使得单位有效劳动的工资价格上升, 资本和劳动仍按固定投入比例进行生产。总之, 跨部门要素替代弹性差异更为灵活, 部门对要素相对价格变化更为灵敏, 更多地使用相对价格较低的要素而替代相对价格较高的要素, 在产业结构变迁过程中表现为灵活部门产品相对价格下降和名义增加值比重下降。

(二) 相对价格效应与产业结构变迁

为了分析异质性要素产出弹性对产业结构变迁的内在作用机制, 本文提出假设 2: $\sigma_2 = \sigma_1 = 1$, $\alpha_2 > \alpha_1$ 且 $\varepsilon, \eta < 1$, 要素流动的方向由下列命题 2 决定:

$$\frac{d\ln\tau_{lt}}{d\ln k_t} = \frac{(1-\eta)(\alpha_2-\alpha_1)(1-\tau_{lt})}{1+(1-\eta)(\alpha_2-\alpha_1)(\tau_{lt}-\lambda_{lt})} > 0 \quad (18)$$

$$\frac{d\ln\lambda_{lt}}{d\ln k_t} = \frac{d\ln\tau_{lt}}{d\ln k_t} \times \frac{\alpha_1}{\alpha_2} \frac{1-\alpha_2}{1-\alpha_1} \times \frac{\lambda_{lt}}{\tau_{lt}} \times \frac{\tau_{mt}}{\lambda_{mt}} > 0 \quad (19)$$

$$\frac{d\ln\tau_{lt}}{d\ln M_{2t}} = -\frac{d\ln\tau_{lt}}{d\ln M_{1t}} \frac{1-\alpha_2}{1-\alpha_1} = \frac{(1-\eta)(1-\tau_{lt})(1-\alpha_2)}{1+(1-\eta)(\alpha_2-\alpha_1)(\tau_{lt}-\lambda_{lt})} > 0 \quad (20)$$

$$\frac{d\ln\tau_{mt}}{d\ln k_t} = -\frac{(1-\eta)(\alpha_2-\alpha_1)(1-\tau_{mt})}{(1-\lambda_{mt}) + (\tau_{mt}-\lambda_{mt})[1+(1-\eta)(\alpha_2-\alpha_1)(1-\lambda_{lt})]} - \frac{\varepsilon-\eta}{(\varepsilon-1)\eta} \times \frac{\alpha_2(1-\lambda_{mt})}{\alpha_3\lambda_{mt} + \alpha_2(1-\lambda_{mt})} < 0 \quad (21)$$

① 因篇幅所限, 本文省略了命题 1—4 结论推导及相关证明, 感兴趣的读者可在《经济科学》官网论文页面“附录与扩展”栏目下载。

其中, 当 $\eta > 1$ 时, 命题 2 的结论符号相反。

命题 2 背后的经济含义是: 要素替代弹性等于单位值且不存在要素再平衡效应。资本深化效应使得资本产出弹性较高的工业部门生产扩张快于农业部门, 从而导致工业部门产品相对价格下降。从供给侧引起的相对价格效应是否有利于资本密集型部门增长的关键取决于部门间产品替代弹性参数 η 的取值。不同中间部门产品替代弹性小于 1 且呈互补性, 则相对价格效应发挥主导作用, 工业部门成为要素净流出部门, 使得农业部门资本与劳动占比同时上升; 当产品替代弹性大于 1 且呈替代性, 则相对边际产出效应发挥主导作用, 工业部门成为要素净流入部门, 使得工业部门资本与劳动占比同时上升。从而本文得到结论: 生产部门间产品替代弹性大小不同使得相对价格效应和相对边际产出效应的作用大小存在差别且影响方向相反, 要素流动最终方向取决于二者相互抵消的净效应。同样地, 由于不存在要素再平衡效应, 工业劳动增强型技术进步 M_2 使得工业部门产出增加和相对价格下降, 若相对价格效应发挥主导作用则农业成为要素净流入部门, 若相对边际产出效应发挥主导作用则农业部门成为要素净流出部门, 其内在的作用机理是一致的。最终, 当 $\eta < 1$ 时, 资本深化推动工业部门生产要素流向劳动密集型农业部门, 这是因为相对于要素边际产出互补正向效应, 相对价格效应负向影响起着支配作用, 相对边际产出效应没有成为主导机制。反之亦然。

(三) 技术进步与产业结构变迁

为了分析技术进步增长差异对产业结构变迁的内在作用机制, 本文提出假设 3: $\sigma_2 = \sigma_1 = 1$, $\alpha_2 = \alpha_1 = \alpha$ 且 $\varepsilon, \eta < 1$, 存在 $\frac{\dot{M}_{1t}}{M_{1t}} \neq \frac{\dot{M}_{2t}}{M_{2t}} \neq 0$, 要素流动的方向由下式命题 3 决定:

$$\frac{d \ln \tau_{1t}}{d \ln k_{1t}} = \frac{d \ln \lambda_{1t}}{d \ln k_{1t}} = 0 \quad (22)$$

$$\begin{aligned} \frac{d \ln \lambda_{1t}}{d \ln M_{2t}} &= \frac{d \ln \tau_{1t}}{d \ln M_{2t}} = - \frac{d \ln \lambda_{1t}}{d \ln M_{2t}} \frac{M_{2t}}{M_{1t}} = - \frac{d \ln \tau_{1t}}{d \ln M_{2t}} \frac{M_{2t}}{M_{1t}} \\ &= (1 - \alpha)(1 - \eta) \left(\frac{r(1 - \varphi)}{\varphi} \right)^\eta \left(\frac{M_{2t}}{M_{1t}} \right)^{(1 - \alpha)(\eta - 1)} \lambda_{\frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon}}^{\frac{\eta - 1}{\varepsilon}} \lambda_{1t} > 0 \end{aligned} \quad (23)$$

其中, 当 $\eta > 1$ 时, 命题 3 的结论符号相反。

命题 3 背后的经济含义是: 当 $\sigma_2 = \sigma_1 = 1$ 时要素再平衡效应失效, CC 曲线与 45° 对角线重合, 技术进步增长速度的差异 (即 TFP 增速差异) 是要素在不同部门之间流动的唯一动因, 最终决定要素流动方向的关键仍在于产品替代弹性 η 的大小。工业部门相对技术进步 M_2/M_1 的增长使得工业部门产出增加和相对价格下降, 如果生产部门间产品替代弹性小于 1, 那么相对价格效应发挥主导作用, 生产要素资本和劳动均流向技术进步相对缓慢的农业部门; 反之则表现为产品替代弹性大于 1, 相对边际产出效用发挥主导作用, 生产要素资本和劳动流向技术进步更高的工业部门。LM 曲线斜率正负特征与资本深化效应驱动产业结构变迁的内在机理相同, CC 曲线因要素再平衡效应失效而固定不变。不同之处在于, 技术进步是相对价格变化与结构变化的成因, 更快的技术进步能否带来先进部门的增长则取决于部门间产品替代弹性差异的大小。

(四) 产业结构变迁的一般作用机理和成因逻辑

进一步地, 本文从更一般形式分析 CC 曲线和 LM 曲线移动的方向和大小, 总结归纳

命题 1—命题 3 的相应结论，以期厘清产业结构变迁的动因、效应及内在作用机理。

在异质性要素替代弹性条件下资本深化或技术进步引起的相对价格效应、相对边际产出效应的差异大小决定了 CC 曲线和 LM 曲线向上或向下移动及幅度，并且决定了要素流动和结构变迁的方向。首先，在 $\sigma_2 > \sigma_1$ 情形下，当满足条件 $\theta_1 - \theta_2 < \frac{\sigma_2 - \sigma_1}{\eta - \sigma_2} (1 - \theta_1)$ 时，资本存量增加使 LM 曲线向上移动。其次，当 $\sigma_1, \sigma_2 < \eta$ ，满足条件 $\left(\frac{1}{\sigma_1} - \frac{1}{\eta}\right)\theta_1 > \left(\frac{1}{\sigma_2} - \frac{1}{\eta}\right)\theta_2$ ，则 $g(\lambda_{CC}) > g(\lambda_{LM})$ ，意味着更高的 ε 使得相对价格效应减小，要素产出弹性差异越大则 LM 曲线移动幅度越大，工业部门会倾向于使用更多资本，最终农业部门劳动占比增加，资本占比下降；当 $\sigma_1, \sigma_2 > \eta$ 时，满足条件 $\theta_1 - \theta_2 < \frac{\sigma_2 - \sigma_1}{\varepsilon - \sigma_2} (1 - \theta_1)$ ，则 $g(\lambda_{CC}) < g(\lambda_{LM})$ ，进一步强化工业部门资本和劳动同时减少的流动条件，最终部门 1 劳动占比和资本占比增加。再次，当上述先决条件、作用机理发生反方向变化时，要素流动与结构变迁的方向亦相反。最后，从供给侧和需求侧两个方面总结归纳产业结构变迁的条件、作用机理和成因逻辑，要素异质性产出弹性或 TFP 增长差异性产生相对价格效应的必要条件，而异质性要素替代弹性是产生要素再平衡效应的必要条件。二者之间的差异在于要素再平衡效应更偏向要素之间的替代性，使得产业内部要素流动呈替代性反方向变动；而相对价格效应更偏向要素之间的互补性，使得产业内部要素流动呈互补性同方向变动。当要素再平衡效应发挥主导作用时生产要素跨部门流动更为灵活且呈替代性的反方向变化；当相对价格效应发挥主导作用时，要素资源在不同部门转移呈同方向变化，产品需求替代弹性是决定要素流动方向的充分条件。

四、参数估计方法与数据说明

（一）供给侧参数估计方法

Klump 等（2007）构建的标准化供给面系统方法是全面直接估计要素替代弹性的最优估计方法（封永刚和蒋雨彤，2021）。本文采用 Box-Cox 转换一般可变框架形式，但放松以往研究中选择不变或指数型特定形式来预设要素增强型技术进步水平与增长率形式，通过组合不同框架设定下的要素增强型技术进步形式，构建如下标准化供给面系统式联立方程^①：

$$\begin{aligned} \log\left(\frac{Y_{st}}{\bar{Y}_s}\right) &= \log(\xi_s) + \frac{\sigma_s - 1}{\sigma_s} \log\left[\bar{\pi}_s \left(\frac{e^{g_{sk}(t, t_0)} K_{st}}{\bar{K}_s}\right)^{\frac{\sigma_s - 1}{\sigma_s}} + (1 - \bar{\pi}_s) \left(\frac{e^{g_{sl}(t, t_0)} L_{st}}{\bar{L}_s}\right)^{\frac{\sigma_s - 1}{\sigma_s}}\right] + \nu_{yst} \\ \log(r_{st}) &= \log\left(\frac{\bar{\pi}_s \bar{Y}_s \xi_s}{1 + \mu_s \bar{K}_s}\right) + \frac{1}{\sigma_s} \log\left(\frac{Y_{st} / \bar{Y}_s \xi_s}{K_{st} / \bar{K}_s}\right) + \frac{\sigma_s - 1}{\sigma_s} g_{sk}(t, t_0) + \nu_{kst} \\ \log(w_{st}) &= \log\left(\frac{(1 - \bar{\pi}_s) \bar{Y}_s \xi_s}{1 + \mu_s \bar{L}_s}\right) + \frac{1}{\sigma_s} \log\left(\frac{Y_{st} / \bar{Y}_s \xi_s}{L_{st} / \bar{L}_s}\right) + \frac{\sigma_s - 1}{\sigma_s} g_{sl}(t, t_0) + \nu_{lst} \end{aligned} \quad (24)$$

① 供给面系统方程标准化过程的推导、方法说明等请见《经济科学》官网“附录与扩展”。

其中, μ_s 反映市场价格加成, 取 $\{\bar{Y}_s, \bar{K}_s, \bar{L}_s\}$ 几何平均数作为实际产出、资本和劳动的标准化基准点值, 取 $\{\bar{\pi}_s, t_0\}$ 算数平均数作为资本收入份额和时间基准点。 $g_{sj}(t, t_0)$, $j=k, l$ 表示不同产业要素增强型技术进步函数的标准化形式。设定 $g_{ij}(t, t_0) = \frac{\gamma_{sj} t_0}{\lambda_{sj}} \left[\left(\frac{t}{t_0} \right)^{\lambda_{sj}} - 1 \right]$, $j=k, l$, 参数 γ_{sj} 、 λ_{sj} 分别表示要素技术进步的增长参数和技术曲率。一般情形下, $\gamma_{ij} \geq 0$ 意味着要素技术进步非退步, 关键在于 λ_{sj} 取值。当 $\lambda_{sj} = 1$ ($\lambda_{sj} > 1$ 或 $0 < \lambda_{sj} < 1$, $\lambda_{sj} = 0$) 时, 要素效率增长率相应转化为三种不同增长形式 (线性、指数递增或递减型、对数型), 对应标准化技术进步增长率表达式分别为 $g_{sj}(t, t_0) = \gamma_{sj}(t - t_0)$, $g_{sj}(t, t_0) = \frac{\gamma_{sj}}{\lambda_{sj}} t_0 \left[\left(\frac{t}{t_0} \right)^{\lambda_{sj}} - 1 \right]$, $g_{sj}(t, t_0) = \gamma_{sj} \ln \left(\frac{t}{t_0} \right)$ 。本文选用似不相关估计 (NLSUR) 方法, 以对比和判断要素技术进步的“真实”形式。

(二) 需求侧参数估计方法

参照 Herrendorf 等 (2021) 将三次产业构成非位似效用函数扩展如下:

$$Y_t = \left[\varphi^{\frac{1}{\eta}} (Y_{lt} + \bar{a})^{\frac{\eta-1}{\eta}} + (1 - \varphi)^{\frac{1}{\eta}} \left(\gamma^{\frac{1}{\varepsilon}} Y_{2t}^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}} + (1 - \gamma)^{\frac{1}{\varepsilon}} (Y_{3t} + \bar{s})^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}} \right)^{\frac{\varepsilon(\eta-1)}{\varepsilon-1}} \right]^{\frac{\eta}{\eta-1}}$$

根据家庭预算约束条件, 按静态最优条件推得三次产业增加值的相对需求结构满足:

$$\begin{aligned} \frac{p_{lt} Y_{lt}}{p_{mt} Y_{mt}} &= \frac{\varphi}{1 - \varphi} \left(\frac{p_{lt}}{p_{mt}} \right)^{1-\eta} - \frac{p_{lt} \times \bar{a}}{p_{mt} Y_{mt}} \\ \frac{p_{2t} Y_{2t}}{p_{mt} Y_{mt}} &= \gamma \left(\frac{p_{2t}}{p_{mt}} \right)^{1-\varepsilon} \times \left(1 + \frac{p_{3t} \times \bar{s}}{p_{mt} Y_{mt}} \right) \\ \frac{p_{lt} Y_{lt}}{p_{2t} Y_{2t}} &= \frac{\varphi}{(1 - \varphi) \gamma} \left(\frac{p_{lt}}{p_{2t}} \right)^{1-\eta} \left(\frac{p_{mt}}{p_{2t}} \right)^{\eta-\varepsilon} \times \frac{p_{mt} Y_{mt} + p_{3t} \times \bar{s}}{p_{mt} Y_{mt}} - \frac{p_{lt} \times \bar{a}}{p_{2t} Y_{2t}} \end{aligned} \quad (25)$$

本文选择以服务业为参照组, 将式 (25) 方程构成需求侧相对需求结构联立系统方程, 偏好参数估计仍选用似不相关回归, 系统估计双层产品需求替代弹性 $\{\eta, \varepsilon\}$ 、非位似偏好 $\{\bar{a}, \bar{s}\}$ 和权重参数 $\{\varphi, \gamma\}$, 参数估计结果如表 1 所示。

表 1 需求侧参数估计结果

参 数	η	ε	$\bar{a}$	$\bar{s}$	φ	γ	RMS1	RMS2	RMS3
非位似	1.3444***	0.3237***	-2 024.643***	0	0.0816***	0.6259***	0.9957	0.9022	0.9962

注: ***、**、* 分别表示通过 1%、5%、10% 的显著性检验; 由于函数非线性 NLSUR 采用迭代法对 $\{b_1, b_2, e_1, e_2\}$ 进行估计, 表 1 汇报结果为通过转化方程计算的弹性和分配参数, 故在此不再汇报标准误^①; 回归结果中汇报了三个子方程的均方根误差, 分别用 RMS1、RMS2 和 RMS3 表示。

分析表 1 参数估计结果发现, 当允许不同产业部门之间产品替代弹性存在差异时, 农业与非农业之间替代弹性为 1.3444, 替代弹性大于 1 使得农产品与非农产品之间呈替代性; 工业与服务业之间产品替代弹性为 0.3237, 替代弹性小于 1 使得工业品与服务品之间呈互补性。这一结果与徐朝阳和王韡 (2021) 间接估计的参数校准方向、大小一致。

① 需求侧相对需求结构联立系统方程推导、受约束参数转化为不受约束待估参数思路及受约束参数估计结果请见《经济科学》官网“附录与扩展”中表 A1。

（三）数据说明

本文采用的中国三次产业样本区间为 1983—2017 年^①，数据来源于历年《中国统计年鉴》、《中国固定资产投资统计年鉴》、《中国房地产统计年鉴》和 WORLD KLEMS 提供的中国 1981—2010 年历年投入产出表。

本文采用的主要变量有：（1）产业增加值。本文采用生产法核算国内生产总值及其三次产业增加值构成，利用当年价 GDP 和不变价 GDP 数据计算得到以 1983 年为基期的 GDP 平减指数。（2）产业资本投入。本文三次产业资本存量估计是建立在永续盘存法细分行业系统估算的基础上。^②（3）产业劳动投入。1983—2010 年三次产业就业人员数采用 World KLEMS 中国分行业合并劳动投入数据，2011—2017 年缺失数据利用《中国统计年鉴》劳动投入增长率推算得到。（4）产业要素收入份额与要素价格。测算资本收入份额，首先利用投入产出表和延长表中的分行业资本报酬除以分行业增加值得到分行业资本收入份额系数，再用插值法和外推法估算未公布年份的系数值，最后利用资本收入份额系数乘以各年分行业增加值，得到 1983—2017 年资本报酬时间序列值^③；测算劳动收入份额，相应的分行业劳动报酬为分行业增加值减去资本报酬，劳动收入份额为 1 减去资本收入份额；将 14 个分行业增加值、资本报酬和劳动报酬分类加总得到三次产业数据，三次产业资本价格与劳动价格分别由平减后的资本报酬和劳动报酬除以各产业资本投入和劳动投入计算得到。

五、数值模拟

（一）数值模拟

本文旨在实现三次产业部门劳动力比重模拟值与中国经验数据作出较好的拟合，徐朝阳和王韡（2021）指出这需要在产业结构变迁模型上作出理论创新。参照 Herrendorf

等(2015)，本文将要素增强型技术进步形式定义为 $A_{sk,t} = \frac{Y_{s0} e^{g_{sk}(t,t_0)}}{K_{s0}}$ ， $A_{sl,t} = \frac{Y_{s0} e^{g_{sl}(t,t_0)}}{L_{s0}}$ ，CES 函数可以转化为：

$$Y_{st} = \left[\bar{\pi}_s (A_{sk,t} K_{st})^{\frac{\sigma_s - 1}{\sigma_s}} + (1 - \bar{\pi}_s) (A_{sl,t} L_{st})^{\frac{\sigma_s - 1}{\sigma_s}} \right]^{\frac{\sigma_s}{\sigma_s - 1}} \quad (26)$$

根据要素最优配置一阶条件和适当变形，得到三次产业劳动投入规模如下：

$$L_{st} = \left[\bar{\pi}_s \left(\frac{1 - \bar{\pi}_s}{\bar{\pi}_s} \frac{A_{sl,t} r_{st}}{A_{sk,t} w_{st}} \right)^{1 - \sigma_s} + (1 - \bar{\pi}_s) \right]^{\frac{\sigma_s}{1 - \sigma_s}} \frac{Y_{st}}{A_{sl,t}} \quad (27)$$

本文通过变换组合并估计不同要素效率增长形式下的替代弹性、技术进步效率参数值，比较拟合优劣和经济意义选择“真实”要素替代弹性和技术进步增进形式，结果如表 2 所示。

① 为了与 WORLD KLEMS 数据基期保持一致性，本文数据选取 1980 年作为起始点，但由于 1980—1982 年国民经济各行业基本建设投资中缺失采掘业，电力、煤气及水的生产和供应业，社会服务业，卫生、体育和社会福利业，其他行业的原始数据，故样本区间从 1983 年开始。

② 永续盘存法估算分行业资本存量的难点、细节设定说明请见《经济科学》官网“附录与扩展”。

③ 资本收入份额与劳动收入份额估算的细节处理等说明请见《经济科学》官网“附录与扩展”。

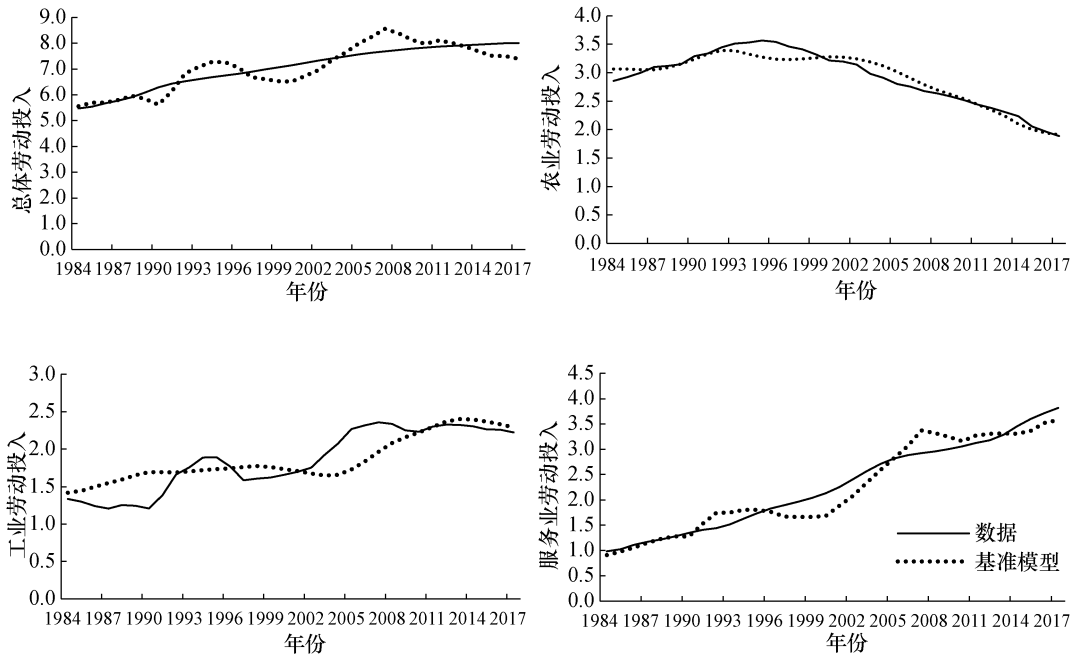
表2 供给侧参数估计结果

	$\bar{\pi}_s$	μ_s	ζ_s	σ_s	γ_{sk}	λ_{sk}	γ_{sl}	λ_{sl}
总体经济	0.4338*** (0.0058)	0.0041*** (0.0007)	0.9934*** (0.0080)	0.5803*** (0.0068)	-0.0260*** (0.0017)		0.0879*** (0.0016)	0.9384*** (0.0341)
第一产业	0.0796*** (0.0027)	0.0039*** (0.0014)	0.8360*** (0.0092)	0.6028*** (0.0106)	-0.5453*** (0.0668)		0.0503*** (0.0009)	1.7051*** (0.0699)
第二产业	0.5388*** (0.0085)	0.0041*** (0.0007)	1.0649*** (0.0213)	0.8624*** (0.0055)	0.0143 (0.0088)	0.5414 (1.1952)	0.0674*** (0.0101)	0.4176 (0.2552)
第三产业	0.5104*** (0.0102)	0.0081*** (0.0016)	0.9885*** (0.0093)	0.6589*** (0.0074)	-0.0167*** (0.0165)		0.0586** (0.0027)	0.7504** (0.0694)

注：***、**和*分别表示在1%、5%和10%水平上显著；括号内报告标准误。

从表2 参数估计结果可知，中国总体经济替代弹性为 0.5803，要素之间呈互补性。与戴天仕和徐现祥（2010）的估计结果一致，本文支持中国三个产业内部要素替代弹性小于1 的方向判断。三个产业要素替代弹性估计结果分别为：第一产业最低为 0.6028，第二、第三产业替代弹性分别为 0.8624 和 0.6589，与农业部门替代弹性相对较低的经验特征事实相符（颜色等，2022）。进一步判断不同部门要素增进型技术进步的形式，结果发现：第一产业和第三产业呈劳动指数型、资本对数型技术进步增进形式，第二产业劳动和资本增强型技术进步均呈指数型增长，整体经济技术进步更偏向于劳动指数型、资本线性型技术增进形式。^① 进一步利用表2 参数估计结果测算 $A_{sk,t}$ 和 $A_{sl,t}$ ，再结合 1984—2017 年分产业实际增加值、资本价格、劳动价格及要素收入份额参数估计值代入式（27），可以计算中国整体经济劳动投入及三次产业劳动投入的模拟值，基准模型的数值拟合结果如图 3 所示。

图3 整体经济与三次产业劳动投入规模变化趋势：基准模型

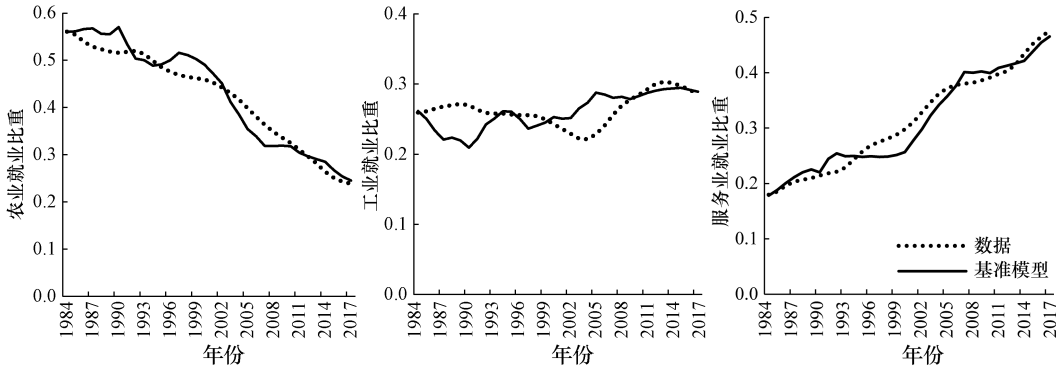


① 要素增强型技术进步增长形式和增长率的变化趋势请见《经济科学》官网“附录与扩展”中图 A1。

（二）产业结构转型成因分析

本文进一步依据整体经济与三次产业劳动投入模拟值计算三次产业劳动投入比重模拟值，并将其与现实经验数据结合刻画中国产业结构变迁过程，基准模型的数值拟合结果如图 4 所示。

图 4 产业结构转型过程：基准模型



本文结合参数估计值大小量化理论模型分析中 CC 曲线和 LM 曲线生成的不同效应，来分析中国现实经济中产业结构转型成因。首先，由于农业与非农部门之间替代弹性 $\eta > 1$ ，根据农业部门要素效率增长、资本积累速度均慢于非农部门的研究结论，驱动产业结构变迁的力量集中于技术进步、资本深化引起的工业品相对价格下降效应和产品替代弹性大于 1 的边际产出效应，决定了生产要素由农业向非农业部门流动。农业较低的要素替代弹性，促使“剩余”劳动力由农业向非农业部门转移，尤其是 1992 年以后户籍制度改革、城乡劳动力自由流动和劳动力市场一体化改革，使得农业劳动力呈不断下降趋势。其次，非农业部门内工业和服务业间产品替代弹性 $\varepsilon < 1$ ，决定了驱动产业结构变迁的力量集中于技术进步、资本深化引起的相对价格效应和要素替代弹性异质性引起的要素再平衡效应。从要素密集度差异看，劳动投入是资本产出弹性的减函数，决定了工业部门劳动投入增长速度慢于服务业部门；从资本深化效应看，中国工业化发展和资本积累的资本深化过程，提高了资本密集型工业部门的产出，但引起的相对价格效应促使劳动力转移流向服务业部门，并且由于服务业部门要素替代弹性小于工业部门的特征事实，使得要素再平衡效应进一步发挥作用，从而导致工业部门的劳动力流向服务业部门。上述分析解释了图 4 工业部门就业比重增速呈倒 U 形变迁，而服务业部门就业比重呈不断上升趋势的原因。

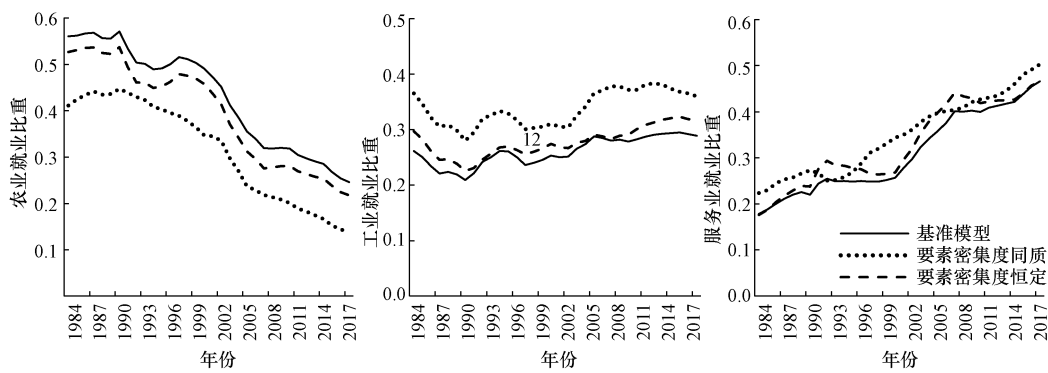
（三）反事实分析

这里使用两类反事实模拟方法。第一类模拟环境设定三次产业要素产出弹性、要素替代弹性与整体经济参数取值相同，要素效率增长率保持与 1984—2017 年整体经济技术进步增速相同；第二类模拟环境将三次产业要素替代产出弹性保持在 1984 年水平，要素替代弹性取单位值，要素效率增长率按三次产业平均技术进步增长率设定。

评估要素密集度影响的模拟结果如图 5 所示。在要素产出弹性同质化情境下，相对于基准模型，农业部门就业比重平均下降 11.51 个百分点，工业和服务业部门就业比重平均提升 7.74 和 3.77 个百分点，要素产出弹性对农业的影响程度大于工业和服务业部门。在要素产出弹性恒定于 1984 年水平的情境下，要素产出弹性对三次产业就业比重的

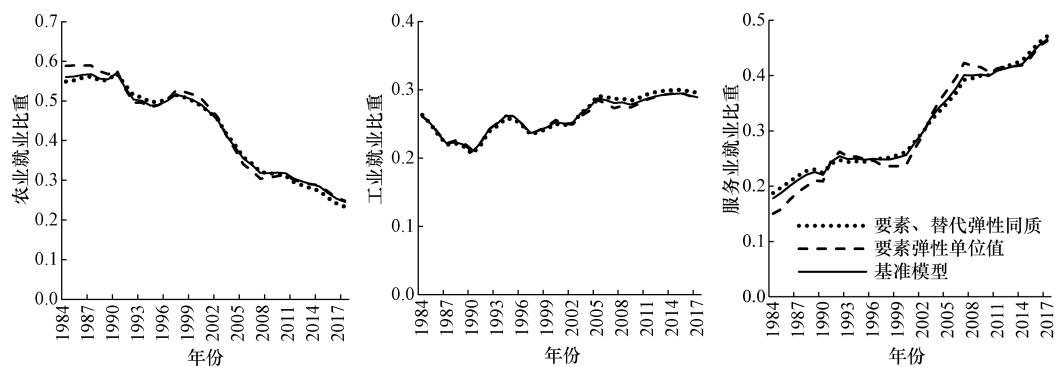
影响与同质化设定下的影响方向一致，但影响程度相对有限，意味着不同产业间要素密集度差异显著大于产业内部要素密集度变化。结合实际，中国分散化的小农生产方式使得农业部门劳动密集程度和劳动收入份额远高于工业和服务业；工业部门资本密集程度高于整体经济水平，服务业部门资本密集程度高于整体经济水平但低于工业部门。农业部门资本密集度增加导致农业劳动占比下降，工业部门劳动密集程度较低使得其就业比重提升幅度较高。

图 5 要素密集度对产业结构转型的影响：反事实模拟



评估要素替代弹性影响的模拟结果如图 6 所示。可以看到，产业部门内要素替代弹性对就业结构变化的影响程度非常有限。整体经济的要素替代弹性大于农业和服务业部门，但小于工业部门。在要素替代弹性同质化情境下，相对于基准模型，农业和服务业部门要素替代弹性的相对增加提升了要素投入和资源配置结构的相对灵活性，使其对农业和服务业的影响呈波动性变化，尤其在 2003 以后，影响程度仅在 1 个百分点以内，而对工业部门的影响表现为劳动投入比重的提高。量化经验研究与前文理论分析相符合。由于整体经济与三次产业要素替代弹性均小于 1 且差别不大，要素替代弹性小于 1 在有偏技术进步决定技术进步偏向（收入分配结构）的方向时起着关键作用，但决定要素配置结构时要素再平衡效应小于相对价格效应，资本深化、技术进步的变化应最终决定要素流动方向中发挥主导作用，而要素替代弹性的影响非常有限。

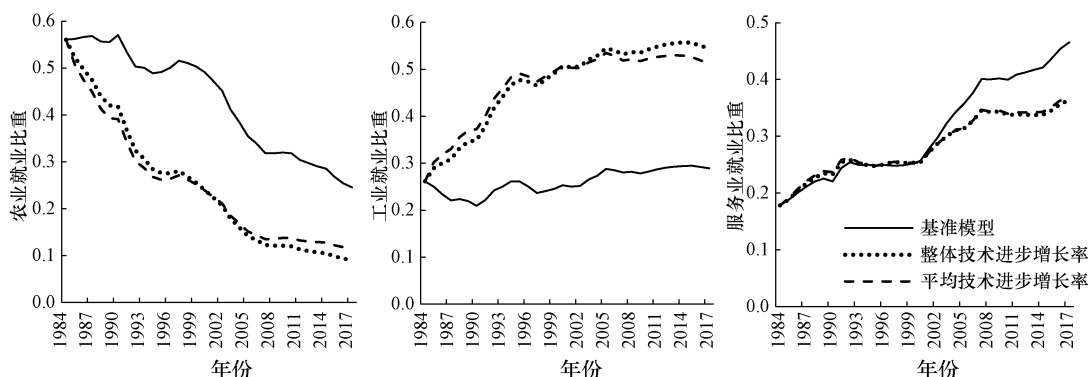
图 6 要素替代弹性对产业结构转型的影响：反事实模拟



评估技术进步影响的模拟结果如图 7 所示。本文将三次产业部门要素效率增长率分别按整体经济和三次产业要素效率增长率平均值设定，意味着要素增强型技术进步速度

是一致的。可以看到，整体经济与三次产业技术进步率均值差别不大，对三个产业就业比重的影响方向和影响程度非常接近。要素技术进步对农业、工业部门就业比重影响更为显著。相比于基准模型，农业部门就业比重平均下降近 18 个百分点，工业部门就业比重平均提高近 20 个百分点，这可能是因为整体经济技术进步的要素效率增长率显著高于农业而低于工业部门，决定了工业部门所能实现的劳动效率水平高于整体经济水平。在技术进步增长率一致的反事实设定下，劳动和资本互补性使得工业部门劳动增长率下降而劳动投入需求增加，农业部门技术进步率反事实提升能够增加有效劳动而减少劳动投入数量。

图 7 技术进步对产业结构转型的影响：反事实模拟



六、基本结论与启示

本文参考 Alvarez-Guadrado 等（2017），构建多部门结构转型理论模型，引入要素替代弹性异质性和有偏技术进步，考察产业结构变迁的前提条件、影响方向和主导机制。理论分析表明：第一，要素再平衡效应偏向于要素之间的替代性，决定了要素流动呈反方向流动；第二，相对价格效应通过资本产出弹性和技术进步两个渠道偏向于要素之间的互补性，决定了要素流动呈同方向流动；第三，需求侧相对边际产出效应依赖于产品需求替代弹性大小，是决定产业间资源配置结构和要素流动方向的前提条件。本文进一步利用 1983—2017 年中国宏观经济数据，采用 NLSUR 参数估计法，基于标准化供给面系统法和非位似需求偏好效用函数，估计得到供给侧和需求侧参数“真实”值，结合反事实模拟分析发现：第一，相对价格效应是结构变迁主导机制，异质性要素替代弹性的影响非常有限；第二，农业劳动生产率提高决定农业比重不断下降，资本深化引致的相对价格效应是工业劳动占比呈倒 U 形变迁的根本动因；第三，在工业品与服务品需求替代弹性小于 1 的事实下，服务业就业比重持续上升更多表现为相对价格引致的“鲍莫尔成本病”；第四，对 Box-Cox 转换一般框架进行拓展并识别三次产业要素增进型技术进步的具体形式，分别为农业部门、服务业部门呈劳动指数型、资本对数型增进，工业部门劳动、资本均呈指数型增进，整体经济呈劳动指数型、资本线性型增进形式。

上述结论的启示在于：首先，要素替代弹性同资本积累、技术进步均是驱动经济增长的有效动力来源。对于工业部门而言，要素替代弹性的提高有利于资本要素投入增长替代劳动相对不变要素，弱化甚至抵消由于资本深化引致的资本边际报酬递减、投资回报率下降和资本技术进步放缓等内生缺陷。因此，提高资本—劳动要素替代弹性成为工业部门在结构转型时期应对资本深化和全要素生产率增长乏力困境的新途径，应进一步

探寻要素替代效应的内在传导机制，通过制度设计、政策制定等途径构成有效的要素驱动组合，以尽快实现工业增长向技术进步、提高 TFP 的要素效率驱动型增长方式转变。

其次，有偏技术进步已然成为新常态下中国经济高质量发展的重要动力来源。对于服务业部门而言，资本深化、技术进步引致的相对价格效应使得其成为资本和劳动要素净流入部门，名义增加值占比的持续上升更多表现为“鲍莫尔成本病”而非实际的结构转型升级。因此，劳动增进型技术进步成为服务业缓解要素成本上升、降低产品相对价格和克服“鲍莫尔成本病”的核心动力。如何进一步促进人力资本积累和优化人力资本结构、增强和激发劳动增进型技术进步提速，以劳动增进型技术进步为主导培育、挖掘和释放人力资本红利是中国未来经济增长的重点。

最后，要素替代弹性是决定技术进步选择和提高全要素生产率的内在关键因素。在进一步完善要素市场配置体制机制和提高资本—劳动要素替代弹性，实现资本深化使用机器代替劳动投入的同时，应针对中国城乡二元、区域发展差异、技能高低分化等劳动力市场供给结构，科学评估不同要素投入的真实成本，提高企业生产要素使用效率，关注资本深化对不同群体的就业影响和不同冲击。结构转型的演进思路是加大教育、积累人力资本以及提高企业雇员匹配性，引导工业部门释放的劳动力顺利流入服务业部门，缓解劳动力成本上升的同时强化劳动增进型技术引致的劳动需求效应。

参考文献：

1. 陈晓玲、连玉君：《资本—劳动替代弹性与地区经济增长——德拉格兰德维尔假说的检验》[J]，《经济学》（季刊）2013年第1期，第93—118页。
2. 陈登科、陈诗一：《资本劳动相对价格、替代弹性与劳动收入份额》[J]，《世界经济》2018年第12期，第73—97页。
3. 戴天仕、徐现祥：《中国的技术进步方向》[J]，《世界经济》2010年第11期，第54—70页。
4. 封永刚、蒋雨彤、彭珏：《中国经济增长动力分解：有偏技术进步与要素投入增长》[J]，《数量经济技术经济研究》2017年第9期，第39—56页。
5. 封永刚、蒋雨彤：《要素替代弹性估计方法的比较与改进》[J]，《数量经济技术经济研究》2021年第4期，第139—158页。
6. 郭凯明：《人工智能发展、产业结构转型升级与劳动收入份额变动》[J]，《管理世界》2019年第7期，第60—73页。
7. 郭凯明、杭静、颜色：《资本深化、结构转型与技能溢价》[J]，《经济研究》2020年第9期，第90—105页。
8. 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年第3期，第24—41页。
9. 雷钦礼：《偏向性技术进步的测算与分析》[J]，《统计研究》2013年第4期，第83—91页。
10. 王林辉、袁礼：《有偏型技术进步、产业结构变迁和中国要素收入分配格局》[J]，《经济研究》2018年第11期，第115—131页。
11. 徐朝阳、王韡：《部门异质性替代弹性与产业结构变迁》[J]，《经济研究》2021年第4期，第77—92页。
12. 颜色、郭凯明、杭静：《需求结构变迁、产业结构转型和生产率提高》[J]，《经济研究》2018年第12期，第83—96页。
13. 颜色、郭凯明、杭静：《中国人口红利与产业结构转型》[J]，《管理世界》2022年第4期，第15—33页。

14. 沈利生:《“三驾马车”的拉动作用评估》[J],《数量经济技术经济研究》2009年第4期,第139—151、161页。
15. 郑旭媛、徐志刚:《资源禀赋约束、要素替代与诱致性技术变迁——以中国粮食生产的机械化为例》[J],《经济学》(季刊)2017年第1期,第45—66页。
16. Acemoglu, D., Guerrieri, V., 2008, “Capital Deepening and Non-Balanced Economic Growth”[J], *Journal of Political Economy*, Vol. 116, No. 3: 467-498.
17. Alvarez-Cuadrado, F., Long, N. V., Poschke, M., 2017, “Capital-Labor Substitution, Structural Change and the Labor Income Share”[J], *Theoretical Economics*, Vol. 12, No. 3: 1229-1266.
18. Herrendorf, B., Rogerson, R., Valentinyi, Á., 2013, “Two Perspectives on Preferences and Structural Transformation”[J], *American Economic Review*, Vol. 103, No. 7: 2752-2789.
19. Herrendorf, B., Rogerson, R., Valentinyi, Á., 2015, “Sectoral Technology and Structural Transformation”[J], *American Economic Journal: Macroeconomics*, Vol. 7, No. 4: 1-31.
20. Herrendorf, B., Rogerson, R., Valentinyi, Á., 2021, “Structural Change in Investment and Consumption: A Uni-fied Approach”[J], *Review of Economic Studies*, Vol. 88, No. 3: 1311-1346.
21. Klump, R., McAdam, P., Willman, A., 2007, “Factor Substitution and Factor-Augmenting Technical Progress in the United States: A Normalized Supply-Side System Approach”[J], *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 89, No. 1: 183-192.
22. Kongsamut, P., Rebelo, S., Xie, D., 2001, “Beyond Balanced Growth”[J], *Review of Economic Studies*, Vol. 68, No. 4: 869-882.

Heterogeneous Elasticity of Factor Substitution and China's Industrial Structural Change: The Source of Steady Growth in the New Development Pattern

Zhuoma Cao

(College of Economics, Northwest Normal University)

Abstract: We incorporate the two-level CES production function and biased technology into the multi-sector dynamic general equilibrium model, to explain the process of China's industrial structural change from the supply-demand side, factor structure and technology structure. We estimate the true values of the heterogeneous elasticity of substitution of China's primary, secondary and tertiary industries by using NLSUR. The research results are as follows. The relative price effect is the main mechanism for structural changes, and the factor rebalancing effect is very limited. The low level of capital accumulation, elasticity of factor substitution and TFP growth in agricultural sectors will push surplus labor to non-agricultural sectors. The inverted U-shaped change of the industrial sector is due to capital deepening, and the continuously rising share of the service sector is more reflected by Baumol's cost disease. Therefore, this paper suggests that improving the elasticity of factor substitution and increasing the growth rate of labor-enhancing technological progress are the endogenous driving forces to promote steady growth.

Keywords: elasticity of factor substitution; factor-efficiency growth rate; industrial structural change

JEL Classification: O14; O41; C82; O30