

自动化技术、 结构转型与中国收入分配格局的演化

卢国军 崔小勇 王弟海

(北京大学经济学院, 北京 100871; 复旦大学经济学院, 上海 200433)

摘 要: 本文建立了一个两部门的内生自动化技术选择模型, 定量考察了内生的自动化技术与产业结构转型对我国初次收入分配格局的影响。本文的研究有以下发现: (1) 除了产业结构转型外, 内生的自动化技术是影响中国劳动收入份额和服务业部门相对制造业部门工资溢价的另一重要机制。(2) 中国近二十年来劳动收入份额呈现 U 型演化趋势, 自动化技术和产业结构转型分别主导了劳动收入份额下降和上升阶段。部门工资溢价的持续上升则是自动化技术和产业结构转型共同作用的结果。(3) 要素禀赋与劳动力技能禀赋的结构性变化是驱动自动化技术与产业结构转型、进而影响劳动收入份额和部门工资溢价的重要因素。(4) 加强对制造型劳动力人力资本投资, 缩小其与服务型劳动力之间的技能差距, 同时鼓励制造型劳动力向服务型劳动力转移, 有助于提高劳动收入份额并降低部门工资溢价。本文的研究为理解中国初次收入分配演化的驱动因素与内在机制提供了新的理论视角, 可为进一步改善收入分配格局提供启示。

关键词: 自动化技术; 结构转型; 劳动收入份额; 部门工资溢价

JEL 分类号: E25, O33, O41 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-7246(2023)04-0019-17

一、引 言

收入分配是重大的理论问题和民生问题。党的二十大报告指出, “中国式现代化是全体人民共同富裕的现代化”。努力提高劳动报酬在初次分配中的比重、增加低收入者

收稿日期: 2022-11-27

作者简介: 卢国军, 经济学博士研究生, 北京大学经济学院, E-mail: luguojun@pku.edu.cn.

崔小勇(通讯作者), 经济学博士, 副教授, 北京大学经济学院, E-mail: cuixiaoyong@pku.edu.cn.

王弟海, 经济学博士, 教授, 复旦大学经济学院, E-mail: wangdihai@fudan.edu.cn.

* 本文感谢国家社会科学基金重大项目(21&ZD097)、国家社会科学基金后期资助项目(21FJYB008)、国家自然科学基金面上项目(72073031)、国家自然科学基金创新研究群体项目(72121002)、北京大学中央高校基本科研业务费资助。感谢匿名审稿人的宝贵意见, 文责自负。

收入、扩大中等收入群体、调节过高收入是构建合理有序收入分配格局的关键。然而,新发展格局下的中国收入分配格局也面临着新的挑战。人口老龄化、资本深化、自动化技术与产业结构转型等,都可能改变收入在不同要素之间的分配关系。准确把握我国收入分配格局演化的驱动因素与内在机制,对于构建合理有序的收入分配格局,实现共同富裕目标具有重要意义。

事实上,收入分配也是一个世界性问题。不少学者致力于解释发达国家长期以来持续下降的劳动收入份额和持续上升的工资不平等(Acemoglu and Restrepo, 2022; Bergholt et al., 2022)。然而必须意识到,中国作为一个发展中国家,其在技术水平、产业结构与要素禀赋等方面与西方发达国家存在差异。何种因素主导了我国初次收入分配格局的演化?我国的劳动收入份额以及工资不平等的演化机制是否与西方发达国家存在差异?与此同时,中国自动化进程(Cheng et al., 2019)与第三产业化进程(Chen et al., 2022)正在加快。自动化技术的应用与产业结构的转型将把我国的收入分配格局引向何处?探讨上述问题具有理论和现实意义。

从以上问题出发,本文将基于任务的生产框架扩展到包含两个产业部门的情形,尝试考察内生的自动化技术与产业结构转型对我国收入分配格局的影响。本文的研究发现,要素禀赋驱动的自动化技术与产业结构转型是影响劳动收入份额与部门工资溢价(以下简称“工资溢价”)的两个重要机制。自动化技术主导了中国劳动收入份额的下降阶段,而产业结构转型是劳动收入份额“止降反升”的主要原因。持续上升的部门工资溢价则是由自动化技术与产业结构转型两个内在机制共同主导。通过定量模拟不同情景下要素禀赋以及劳动力技能禀赋变化对收入分配的影响效果与机制,本文发现加大对制造业劳动力的人力资本投资,缩小其与服务型劳动力之间的技能差距,同时鼓励制造业劳动力向服务型劳动力转变,是提升劳动收入份额并降低工资溢价,改善收入分配格局的一个可行途径。

一些研究讨论了外生的自动化技术变革对经济的影响,例如经济增长(陈彦斌等, 2019)、收入不平等(Moll et al., 2022; 王林辉等, 2020)、工资与就业(Acemoglu and Restrepo, 2018b)等。在本文的设定中,企业关于自动化技术的选择是内生的。部分研究发现内生技术选择模型可以较好地解释劳动力市场上出现的就业与工资结构变化(Acemoglu, 1998; Blundell et al., 2022)。自动化技术,即资本在生产任务上对劳动力的取代过程,是内生技术选择的一种表现形式。资本成本降低或最低工资政策等外生的要素价格变化,都会驱动企业内生的自动化技术选择,进而影响收入分配(Hemous and Olsen, 2022; 谢杰等, 2022)。目前关于中国劳动收入份额与工资溢价影响因素与内在机制的讨论,主要集中在资本技能互补(卢晶亮, 2017)、国际生产分割(蒋为和黄玖立, 2014)、结构转型(郭凯明, 2019; 郭凯明等, 2020; 郭凯明等, 2023)、有偏的技术进步(董直庆等, 2014; 王林辉和袁礼, 2018)。鲜有文献关注内生的自动化技术对劳动收入份额与部门工资溢价的影响。一类文献或是基于微观企业数据,实证检验税收征管(杜鹏程等, 2021)、最低工资(谢杰等, 2022)等因素对劳动收入份额或工资溢价的影响。然

而,限于数据可得性,这部分文献大都基于工业企业数据开展研究,无法刻画宏观劳动收入份额与工资溢价演化的全貌。

本文的边际贡献主要体现在以下三个方面。其一,本文建立了一个包含两个产业部门的内生自动化技术选择模型,在同一框架下考察要素禀赋和劳动力技能禀赋如何驱动自动化技术与产业结构转型,进而影响劳动收入份额和工资溢价。从这一角度来看,本文发展了关于中国初次收入分配演化的驱动因素与内在机制的理论研究,也与现有基于微观企业数据讨论劳动收入份额与工资溢价影响因素的实证研究形成有效补充。其二,本文模型拟合了中国过去二十年要素禀赋结构、产业结构、收入分配结构的演化特征,解析了要素禀赋结构与收入分配结构之间的演化逻辑与理论机制。本文发现自动化技术的应用主导了劳动收入份额的下降,产业结构转型主导了劳动收入份额的上升,而自动化技术和产业结构转型会同向扩大部门工资溢价。这为解释中国劳动收入份额U形演化特征与持续上升的工资溢价提供了新的理论视角。其三,本文识别了影响初次收入分配格局的两个内在机制:内生的自动化技术与产业结构转型,定量模拟了不同的驱动因素对我国初次收入分配格局的影响效果,对更好地应对中国未来收入分配格局可能面临的挑战具有政策启示意义。

本文后续结构如下:第二节梳理了中国过去二十年宏观经济一些基本特征事实,第三节建立模型框架,第四节进行理论分析,第五节对模型进行校准和数值模拟,第六节对模型进行了扩展讨论,第七节是结论与政策建议。

二、特征事实

本节梳理了中国宏观经济近二十年来的一些基本特征事实。为保证数据的真实性与可比性,本文使用的宏观数据来自中国国家统计局公布的《中国统计年鉴》,固定资产形成总额数据来源于OECD数据库,工业机器人存量数据来自国际机器人联合会(IFR)公布的《世界机器人报告》,时间跨度为2000—2020年。

21世纪初期,中国劳动收入份额总体呈现下降趋势,部分实证研究基于微观企业数据给出了劳动收入份额降低的不同解释,例如企业市场势力增加(申广军等,2018)和企业所得税优惠(Li et al., 2021)等。然而,近年来中国劳动收入份额“止降反升”引起了学界广泛的关注(刘亚琳等,2018;刘亚琳等,2022;刘长庚和柏园杰,2022;陆雪琴和田磊,2020)。伴随着劳动收入份额U形演化趋势,中国的第三产业也正在快速发展。图1(a)显示,近二十年我国服务业部门的产出份额持续上升,从2000年的39.8%上升至2020年的54.5%。

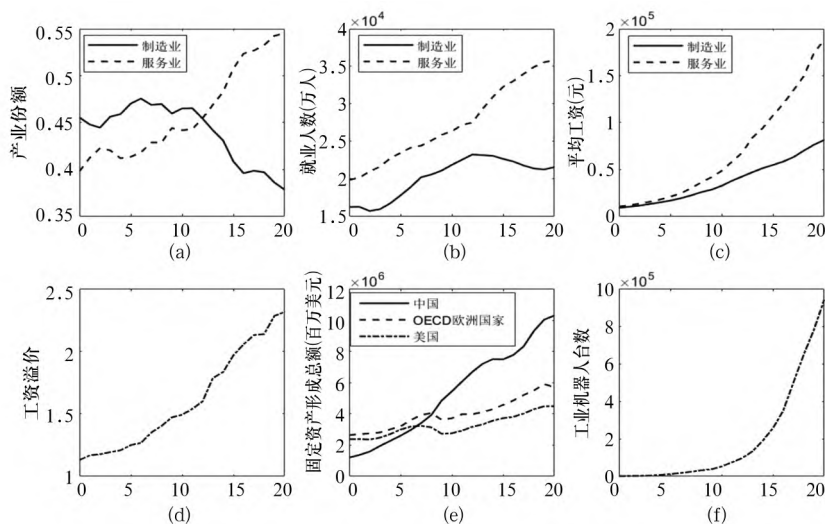


图 1 中国宏观经济特征事实

注: 横坐标为标准化的年份, 下图同。

劳动力是重要的生产要素, 改革开放以来中国经济保持高速增长, 其中很重要的原因之一是大规模农村剩余劳动力向制造业部门和服务业部门转移, 并且人力资本不断积累。图 1(b) 显示, 2000~2012 年期间, 中国制造业部门和服务业部门的就业规模整体呈现出上升趋势。2012 年之后服务业部门的就业规模保持上升趋势, 而制造业部门的就业规模开始回落, 要素禀赋结构出现明显的就业分化。2000 年以来, 尽管制造业部门和服务业部门的平均工资呈上升趋势, 但服务业部门的平均工资明显增速更快, 见图 1(c)。因此中国服务业部门相对于制造业部门的工资溢价持续上升, 见图 1(d)¹。持续上升的部门工资溢价一定程度上挤出了制造业部门的就业。除了劳动力外, 资本也是重要的生产要素。图 1(e) 显示, 近二十年来中国的固定资产形成总额的增速显著高于欧美发达国家, 较高的投资率是我国过去二十年资本快速积累和经济高速增长的重要推力。随着资本积累和人工智能技术的发展, 部分制造业企业加快了应用工业机器人的进程, 以缓解制造业劳动力短缺和持续上涨的用工成本压力。图 1(f) 显示, 2000 年以来我国工业机器人存量持续增长。2020 年中国工业机器人安装量约 16.8 万台, 运营库存量约 94.3 万台, 中国已经成为全球最大的工业机器人市场。

这些特征事实的内在联系是什么? 已有研究发现要素禀赋的变化会驱动产业结构转型, 进而对收入分配格局产生影响(郭凯明等, 2020; 颜色等, 2022)。要素禀赋的变化是否会同时引导自动化技术的应用, 从而影响收入分配格局? 本文将通过构建模型对上述

¹ 本文的制造业部门对应国民经济第二产业, 包含采掘业、制造业、建筑业、电力热力燃气及水生产和供应业四个行业; 服务业部门对应国民经济第三产业, 包含金融业、房地产业等 14 个行业。两个部门的平均工资则根据部门内所有行业的就业人数和平均工资加权所得。2002 年及以后行业分类名称有一定的调整, 我们计算时考虑了这一因素。

问题进行回答。

三、模型框架

本文将 Acemoglu and Restrepo (2018a) 基于任务的生产框架扩展到包含两个产业部门的情形,并考虑代表性企业内生的自动化技术选择。假设经济体中存在三种生产要素:资本 K 、制造型劳动力 L_m 和服务型劳动力 L_s 。总产出 Y 是制造业部门产出 Y_m 和服务业部门产出 Y_s 的常替代弹性 (CES) 生产函数加总:

$$Y = (\gamma_m Y_m^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} + \gamma_s Y_s^{\frac{\sigma-1}{\sigma}})^{\frac{\sigma}{\sigma-1}} \quad (1)$$

其中,下标 m, s 分别指示制造业部门和服务业部门, σ 代表两个部门的产出替代弹性, γ_m, γ_s 为分配参数。不失一般性,我们将总产出的价格标准化为 1。每个部门的产出由代表性企业在完全竞争市场下进行生产。代表性企业的产出是 1 单位连续生产任务的柯布一道格拉斯 (CD) 生产函数加总:

$$\ln Y_m = \int_0^1 \ln Y_m(i) di, \quad \ln Y_s = \int_0^1 \ln Y_s(i) di \quad (2)$$

其中, $i \in [0, 1]$ 指示生产任务。假设 i 越大,生产任务越复杂。每个生产任务既可以用劳动力进行生产,也可以用资本进行生产,这取决于资本和劳动力在生产任务上的比较优势。生产任务的产出满足以下线性生产函数:

$$Y_m(i) = \psi_k(i) K_m(i) + \psi_l^m(i) L_m(i), \quad Y_s(i) = \psi_k(i) K_s(i) + \psi_l^s(i) L_s(i) \quad (3)$$

其中, $\psi_k(i)$ 为资本的生产率, $\psi_l^m(i)$ 、 $\psi_l^s(i)$ 分别代表制造型劳动力和服务型劳动力的生产率。

定义 1: 资本和劳动的比较优势。

$$\mu_j(i) = \frac{\psi_l^j(i)}{\psi_k(i)} = \lambda_j i^\eta \quad (4)$$

其中, $i \in [0, 1]$, $j \in \{m, s\}$ 。 λ_j 为不同类型劳动力的技能禀赋。考虑到服务型劳动力的受教育年限普遍高于制造型劳动力 (Chen et al., 2022), 因而技能禀赋更高, 在模型中本文假设 $\lambda_s > \lambda_m$ 。 η 为比较优势弹性, 它刻画了比较优势 $\mu_j(i)$ 对生产任务 i 的弹性。 $\eta > 0$ 意味着生产任务越复杂, 劳动力相对于资本更具有比较优势, 其背后的直觉是资本 (机器人) 只能完成简单的、可编程的生产任务。给定经济中要素禀赋 $\{K, L_m, L_s\}$, 代表性企业选择生产要素投入 $\{K_j(i), L_j(i)\}_{i \in [0, 1], j \in \{m, s\}}$ 和生产任务 $\alpha_j \in (0, 1)$, 存在要素价格 $\{R, w_m, w_s\}$, 使得:

(1) 企业选择 $[0, \alpha_j]$ 的生产任务使用资本生产, $(\alpha_j, 1]$ 的生产任务使用劳动力生产以最大化生产利润, 即

$$\ln Y_j = \int_0^{\alpha_j} \ln(\psi_k(i) K_j(i)) di + \int_{\alpha_j}^1 \ln(\psi_l^j(i) L_j(i)) di \quad (5)$$

(2) 生产要素市场出清, 即

$$K = \int_0^{\alpha_m} K_m(i) di + \int_0^{\alpha_s} K_s(i) di \quad L_m = \int_{\alpha_m}^1 L_m(i) di \quad L_s = \int_{\alpha_s}^1 L_s(i) di \quad (6)$$

引理 1: 假设存在均衡的生产任务 $\alpha_j \in (0, 1)$, 使得企业在生产任务 α_j 上使用资本或劳动力无差异, 那么有¹:

(1) 均衡的产出

$$Y_j = A_j(\alpha_j) K_j^{\alpha_j} L_j^{1-\alpha_j} \quad j \in \{m, s\} \quad (7)$$

$$\text{其中, } A_j(\alpha_j) = \frac{e^{\int_0^{\alpha_j} \ln \phi_k(i) di + \int_{\alpha_j}^1 \ln \phi_k(i) di}}{\alpha_j^{\alpha_j} (1 - \alpha_j)^{1-\alpha_j}}, K_j = \int_0^{\alpha_j} K_j(i) di.$$

(2) 均衡的要素价格

$$w_j = \frac{(1 - \alpha_j) \phi_j Y}{L_j} \quad R = \frac{\alpha_j Y}{K} \quad (8)$$

其中, $\phi_j = P_j Y_j / Y$ 表示 j 产业部门的产出份额, 满足 $\phi_m + \phi_s = 1$ 。部门产品价格 $P_j = \gamma_j \left(\frac{Y_j}{Y} \right)^{-\frac{1}{\sigma}}$ 。更大的 α_j 意味着更多的任务分配给资本进行生产, 因此 α_j 实际上反映了 j 部门的自动化水平。 $\alpha = \alpha_m \phi_m + \alpha_s \phi_s$ 则代表均衡条件下总体的自动化水平, 它是两个产业部门自动化水平的加权平均。 w_j 代表部门 j 的工资水平, R 为资本租金率。

(3) 均衡的自动化水平

$$\alpha_j \equiv \alpha_j(K, L_m, L_s) = 1 - \frac{1}{\phi_j} \frac{\lambda_j \alpha_j^\eta L_j}{K + \lambda_m \alpha_m^\eta L_m + \lambda_s \alpha_s^\eta L_s}, \forall j \in \{m, s\} \quad (9)$$

$$\alpha \equiv \alpha(K, L_m, L_s) = \frac{K}{K + \lambda_m \alpha_m^\eta L_m + \lambda_s \alpha_s^\eta L_s} \quad (10)$$

引理 1 表明, 均衡时部门的产出可以表示为 CD 生产函数形式, 并且部门内的资本收入份额与自动化水平 α_j 等价。值得注意的是, 此时部门的资本收入份额不再是外生设定的, 而是内生于部门内代表性企业的自动化技术选择, 这是本文模型的关键所在。这意味着, 对于生产任务更多地分配给资本进行生产的产业部门来说, 其自动化水平和资本收入份额越高。均衡的价格表达式 (8) 实际上反映了收入在不同生产要素之间的分配情况。均衡的自动化水平由式 (9) 和式 (10) 给出, 可以发现其内生于要素禀赋 $\{K, L_m, L_s\}$ 。接下来本文对影响收入分配的内在机制进行理论分析。

四、理论分析

本节对上述均衡表达式进行比较静态分析。在本文的模型中, 要素禀赋 K, L_m, L_s 是

1 均衡的生产任务取决于要素的相对价格 w_j/R 和比较优势 $\mu_j(i) = \psi_i^j(i) / \psi_k(i)$, 当产业部门在生产任务 α_j 上无差异地使用资本或劳动力时, 则均衡的生产任务需满足的无差异条件为 $\frac{w_j}{R} = \mu_j(\alpha_j) = \lambda_j \alpha_j^\eta$ 。我们假设 $\alpha_j \in (0, 1)$, 即存在内点解, 以避免代表性企业完全使用资本 ($\alpha_j = 1$) 和完全使用劳动力 ($\alpha_j = 0$) 的情形。限于篇幅, 严格的数学推导另有附录, 如有需要请向作者索取。

外生变量。要素禀赋的变化会影响企业的自动化技术选择,进而对收入分配格局产生影响。本节重点讨论要素禀赋变化对劳动收入份额和部门工资溢价的影响。

(一) 劳动收入份额

在本文的设定中,劳动收入份额是部门劳动收入份额的加总。根据定义,

$$LS = \frac{w_m L_m + w_s L_s}{Y} = 1 - \phi_m \alpha_m - \phi_s \alpha_s \quad (11)$$

不难发现加总劳动收入份额取决于产业结构和各部门的自动化程度。因此劳动收入份额的变化可以分解为产业结构变化和自动化技术变化两个机制,

$$dLS = -d\alpha = \underbrace{-(\alpha_s - \alpha_m) d\phi_s}_{\text{产业结构变化}} - \underbrace{(\phi_m d\alpha_m + \phi_s d\alpha_s)}_{\text{自动化技术变化}} \quad (12)$$

接下来我们分别考察产业结构变化和自动化技术变化。为简单起见,在下文中我们定义 $\varepsilon_{x,y} = d\ln x / d\ln y$ 表示变量 x 对变量 y 的弹性,其符号反映了变量 y 对 x 的影响方向。

1. 产业结构变化

定理1: 如果 $\sigma > 1$, 那么资本增加会导致制造业部门产出份额上升,服务业部门产出份额降低 ($\varepsilon_{\phi_m K} > 0$, $\varepsilon_{\phi_s K} < 0$); 制造型劳动力增加会导致制造业部门产出份额上升,服务业部门产出份额降低 ($\varepsilon_{\phi_m L_m} > 0$, $\varepsilon_{\phi_s L_m} < 0$); 而服务型劳动力增加会导致制造业部门产出份额降低,服务业部门产出份额上升 ($\varepsilon_{\phi_m L_s} < 0$, $\varepsilon_{\phi_s L_s} > 0$)¹。

定理1背后的经济学直觉是,保持其他要素禀赋不变,资本存量增加会降低资本—劳动的相对价格,这将导致密集使用资本的部门的产品相对价格降低。如果产出替代弹性较高 ($\sigma > 1$), 那么相对价格下降的产品的产量会大幅提升,从而替代相对价格上升的产品,这会导致密集使用资本的部门产出份额上升。制造型劳动力供给增加,会降低制造型劳动力的相对价格,这会降低密集使用制造型劳动力部门产品的相对价格。在产出替代弹性较高的情况下,制造业部门的产量会大幅扩张,以替代服务业部门的产品,从而导致制造业部门的产出份额上升。同理,服务型劳动力供给增加,会导致服务业部门的产出份额上升。当 $\sigma < 1$ 时,上述结论相反。

2. 自动化技术变化

定理2: 如果 $\sigma > 1$, 那么资本增加会同时提升制造业部门和服务业部门的自动化水平 ($\varepsilon_{\alpha_m K} > 0$, $\varepsilon_{\alpha_s K} > 0$); 本部门劳动力增加会降低本部门的自动化水平 ($\varepsilon_{\alpha_j L_j} < 0$); 本部门劳动力增加对其他部门自动化水平的影响取决于本部门的自动化水平 α_j 。若本部门的自动化水平较高,则有 ($\varepsilon_{\alpha_j L_j} > 0$), 即本部门劳动力增加会提升其他部门的自动化水平,反之,则会降低其他部门的自动化水平²。

定理2背后的经济学含义为,保持其他要素禀赋不变,资本增加会降低资本的相对价格,因此无论是制造业还是服务业部门都会将更多的生产任务分配给资本,从而导致两个部门的自动化水平提高。如果制造型劳动力增加,那么会导致制造型劳动力相对于资本

1 限于篇幅,严格的数学推导另有附录,如有需要请向作者索取。

2 限于篇幅,严格的数学推导另有附录,如有需要请向作者索取。

的使用成本下降,因此制造业部门会将更少的生产任务分配给资本,从而导致制造业部门的自动化水平降低。同理,服务型劳动力供给增加,会降低服务业部门的自动化水平。本部门劳动力要素禀赋变化对其他部门自动化技术的影响,则需要从两个方面来考察。当部门 1 的劳动力供给增加时,会降低部门 1 劳动力相对于资本的使用成本,企业会采用更加劳动密集型的生产技术,通过替代效应降低部门 1 对资本的需求。另一方面,部门 1 使用的劳动力增加,会提升资本的边际产出,通过产出效应扩大部门 1 的资本需求。服务业部门资本密集度低,产出效应大于替代效应,因此服务型劳动力供给增加会导致更少的资本分配给制造业部门,从而降低制造业部门的自动化水平。制造业部门资本密集度高,替代效应大于产出效应,因此制造型劳动力供给增加会导致更多的资本分配给服务业部门,从而提高服务业部门的自动化水平¹。

3. 劳动收入份额变化

定理 3: 如果 $\sigma > 1$, 那么资本的增加会提高平均的自动化水平($\varepsilon_{\alpha K} > 0$), 从而降低劳动收入份额; 服务型劳动力的增加会降低平均的自动化水平($\varepsilon_{\alpha L_s} < 0$), 从而提升劳动收入份额。而制造型劳动力的增加对平均的自动化水平和劳动收入份额的影响不确定, 取决于产业结构变化和自动化技术变化的相对大小²。

为便于读者理解定理 3 背后的逻辑, 重新考虑 $d\alpha$ 的表达式,

$$d\alpha = \alpha_m d\phi_m + \alpha_s d\phi_s + \phi_m d\alpha_m + \phi_s d\alpha_s = (\alpha_s - \alpha_m) d\phi_s + \phi_m d\alpha_m + \phi_s d\alpha_s \quad (13)$$

根据定理 1, 可知资本的增加会降低服务业部门的产出份额($d\phi_s < 0$), 又因为 $\alpha_s < \alpha_m$, 故上式右边第一项为正。根据定理 2, 资本增加会同时提高两个部门的自动化水平($d\alpha_m > 0, d\alpha_s > 0$), 上式右边第二、三项为正, 因此资本的增加会通过产业结构变化和自动化技术变化导致平均自动化水平上升, 从而降低劳动收入份额。对于服务型劳动力的增加, 根据定理 1 和定理 2, 我们有 $d\phi_s > 0, d\alpha_m < 0, d\alpha_s < 0$ 。上式右边三项均为负, 表示产业结构变化和部门自动化技术变化对平均自动化水平的影响同向为负, 因此服务型劳动力供给增加会降低平均自动化水平, 提高劳动收入份额。而对于制造型劳动力增加而言, 根据定理 1 和定理 2, 由我们有 $d\phi_s < 0, d\alpha_m < 0, d\alpha_s > 0$, 上式右边第一、三项为正, 第二项为负, 对劳动收入份额的影响不确定。

(二) 部门工资溢价

接下来我们考察影响部门工资溢价的因素。根据均衡的工资表达式(8), 我们有,

$$\frac{w_s}{w_m} = \frac{L_m}{L_s} \cdot \frac{\phi_s}{\phi_m} \cdot \frac{1 - \alpha_s}{1 - \alpha_m} \quad (14)$$

两边取对数并微分可得,

$$d\ln\left(\frac{w_s}{w_m}\right) = \underbrace{d\ln\left(\frac{L_m}{L_s}\right)}_{\text{禀赋结构因素}} + \underbrace{d\ln\left(\frac{\phi_s}{\phi_m}\right)}_{\text{产业结构因素}} + \underbrace{d\ln\left(\frac{1 - \alpha_s}{1 - \alpha_m}\right)}_{\text{自动化技术因素}} \quad (15)$$

¹ 本文使用数值方法考察了 $\sigma < 1$ 情形下的自动化技术变化, 限于篇幅, 数值结果另有附录, 如有需要请向作者索取。

² 限于篇幅, 严格的数学推导另有附录, 如有需要请向作者索取。

上式直观地给出了影响部门工资溢价的三个因素:禀赋结构因素、产业结构因素和自动化技术因素。定理1表明,资本增加会导致产业结构向制造业部门转型,因此资本增加会通过产业结构因素降低部门工资溢价。定理2表明,资本增加同时提升制造业部门和服务业部门的自动化水平。如果两者的提升幅度存在差异,那么理论上会影响部门工资溢价。考虑到服务业部门的生产任务更不容易被资本替代,其自动化水平提升幅度较小,因此资本积累会通过自动化技术扩大部门之间的工资溢价。服务型劳动力增加与制造型劳动力降低除了通过禀赋结构因素影响工资溢价外,理论上也会通过内生的自动技术与产业结构转型影响工资溢价,以上因素对工资溢价变化的贡献如何,我们将在下文借助数值分析进行考察。

五、数值分析

本节首先根据前文梳理的特征事实对基准模型进行参数校准,并检验基准模型对现实数据的拟合效果。通过模拟不同要素禀赋的变化趋势,我们定量考察了其对收入分配的影响效果与机制,并对理论分析的结论进行数值验证。

(一) 参数校准

为了与前文的理论分析对应,本节重点考察服务业部门与制造业部门产出替代弹性大于1的情形¹。在内生的自动化技术选择设定下,分配参数会影响两个部门的产出份额以及自动化水平的大小。在基准模型中,本文选取 $\sigma = 3$, $\gamma_m = 0.2$, $\gamma_s = 0.1$,以保证制造业部门的自动化水平高于服务业部门²。根据中国统计年鉴,本文分别使用第三产业和第二产业增加值占GDP的比重衡量服务业部门和制造业部门的产出份额,并对其进行处理以满足 $\phi_m + \phi_s = 1$ 。此外, w_s , w_m , L_s , L_m 分别代表第三产业和第二产业的平均工资与就业人数。基于柏培文和许捷(2018)关于中国资本回报率的测度,我们设定资本回报率 $R = 0.15$ 。为避免周期性因素对本文结论的干扰,本文对产业份额、工资和就业的现实数据进行HP滤波处理,仅保留趋势项。对于资本劳动的比较优势, $\mu_j(i) = \frac{\psi_j^j(i)}{\psi_k^j(i)} = \lambda_j i^\eta$, $j \in \{m, s\}$, $i \in [0, 1]$ 。不失一般性,我们假设 $\psi_k(i) = 1$, $\mu_l^j(i) = \lambda_j i^\eta$ 。本节首先基于上述参数设定对不同类型劳动力的技能禀赋 λ_j 和比较优势弹性 η 进行校准。图2(a)显示,中国服务型劳动力和制造型劳动力的技能禀赋呈上升趋势,但服务型劳动力的技能禀赋水平更高,增长速率更快。图2(b)显示,比较优势弹性始终为正,均值约为1.22,呈现倒U型特征。

1 本文也考察了 $\sigma < 1$ 的情形,数值模拟的产业结构转型方向与 $\sigma > 1$ 时相反,符合理论预期。鉴于 $\sigma < 1$ 的情形并不能很好地拟合中国劳动收入份额止降反升的趋势,本文不作重点讨论。限于篇幅,结果留存备案。

2 作为稳健性,本文选取 $\sigma = 2$, $\gamma_m = 0.24$, $\gamma_s = 0.12$ 进行敏感性分析。限于篇幅,敏感性分析另有附录,如有需要请向作者索取。

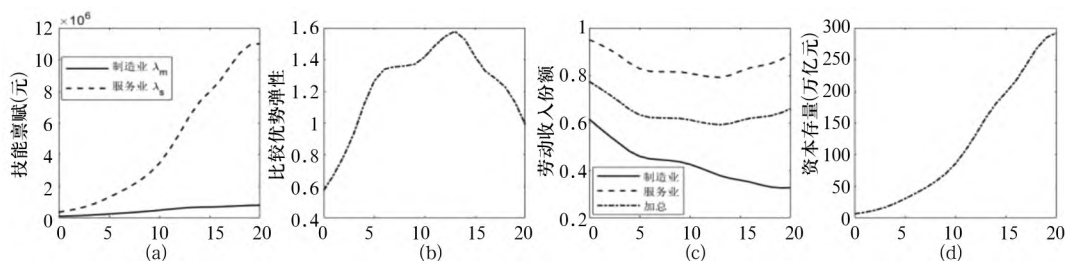


图2 参数校准与模型预测结果

依据参数校准结果,我们利用基准模型计算了2000—2020年中国劳动收入份额和资本存量。图2(c)显示,2000年我国劳动收入份额约为77%,整体水平较高。金融危机前后一段时间内,我国劳动收入份额保持在60%左右附近,随后开始有小幅回调,上升至2020年的约66%。这一数值与刘长庚和柏园杰(2022)测算的调整后劳动收入份额较为接近¹。分产业部门来看,服务业部门的劳动收入份额高于制造业部门的劳动收入份额。服务业部门的劳动收入份额与加总劳动收入份额的演化趋势保持一致,呈现出U型演化特征,而制造业部门的劳动收入份额持续降低。图2(d)结果显示,2000年以来,中国物质资本存量呈现上升趋势。到2020年末,物质资本存量规模约300万亿元,资本产出比约为3。

进一步地,我们利用式(12)对劳动收入份额U型演化趋势的下降阶段和上升阶段进行分解。2000—2012年,我国劳动收入份额从77.5%下降至59.6%,其中产业结构转型导致劳动收入份额上升1.1%,自动化技术导致劳动收入份额降低19.0%;2012—2020年,我国劳动收入份额从59.6%上升至66%,其中产业结构转型导致劳动收入份额上升4.2%,自动化技术变化导致劳动收入份额上升2.2%。可以发现,自动化技术和产业结构转型分别主导了劳动收入份额的下降阶段和上升阶段。除了劳动收入份额外,本文利用式(15)对部门工资溢价的影响因素进行分解。计算结果表明,2000—2020年我国部门工资溢价增长约1.07倍,其中禀赋结构因素导致工资溢价降低约0.27倍,产业结构转型和自动化技术分别导致工资溢价增长0.61倍和0.73倍。由此可见,产业结构转型和自动化技术变化同样也是主导部门工资溢价持续上升的两个重要机制²。

为进一步识别中国初次收入分配格局演化的驱动因素,接下来本文以2020年为基期,推演到2050年,分别模拟资本、服务型劳动力以及制造型劳动力以5%、2%、-2%的速率变化对收入分配格局的影响。速率的选择主要依照本文模型中各变量的历史增速区

¹ 他们调整了现有关于劳动收入份额测算的方法与统计口径,发现中国调整后的劳动收入份额仍然占主体地位。并且在趋势上,从1998年的74.9%降低至2007年的62%,随后又上升至2020年的69.4%,呈现出U型演化趋势。

² 本文还讨论了内生的自动化技术与产业结构转型之间的相互联系,发现本部门的自动化水平提高会降低本部门的产出份额。限于篇幅,结果留存备案。

间和对未来要素禀赋可能变化趋势的预测¹。

(二) 数值模拟

图3-1(a)(b)模拟了资本深化对劳动收入份额和产业结构的影响。保持其他要素禀赋不变,资本深化会降低两部门劳动收入份额和加总的劳动收入份额,这与定理2和定理3保持一致。与此同时,产业结构会向制造业部门转型,这与定理1保持一致。图3-1(c)(d)显示,资本深化会扩大部门工资溢价。其中自动化技术因素扩大工资溢价,产业结构因素缩小工资溢价。由于劳动力要素禀赋不变,因此禀赋结构因素不影响工资溢价。数值结果表明,如果保持其他要素禀赋不变,资本以每年5%的速率增长,那么我国劳动收入份额会从2020年的66%降低至2050年的41.2%,其中产业结构转型导致加总劳动收入份额降低11.2%,自动化技术导致加总劳动收入份额降低13.6%。与此同时,服务业部门相对于制造业部门的工资溢价上升约24.2%,其中产业结构因素导致工资溢价降低约50.7%,自动化技术因素导致工资溢价上升约74.9%。因此资本深化主要通过驱动自动化技术的应用扩大工资溢价。

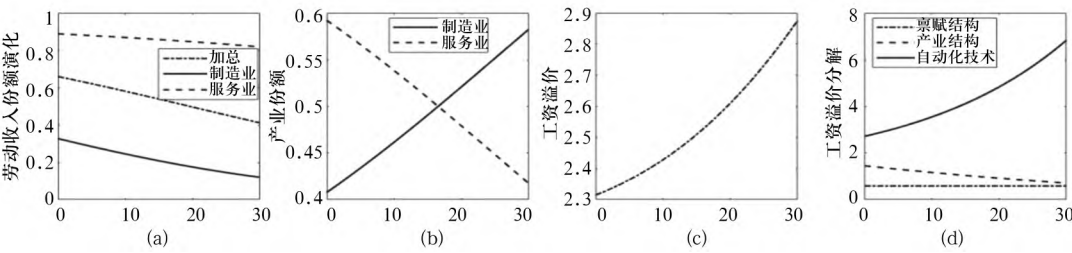


图3-1 资本深化

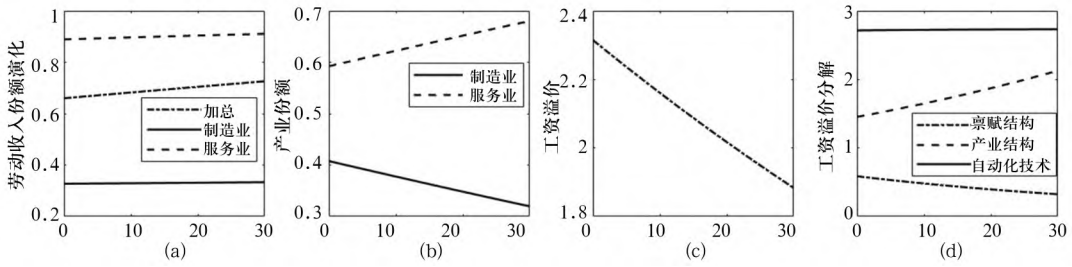


图3-2 服务型劳动力增长

¹ 这些趋势包括经济和投资增速放缓、人口负增长、人力资本不断积累等。我们同时模拟了资本、服务型劳动力以及制造型劳动力分别以3%、3%、-3%的速率变化的情形作为敏感性分析,发现主要结论不变。限于篇幅,各变量的历史增速情况和敏感性分析另有附录,如有需要请向作者索取。

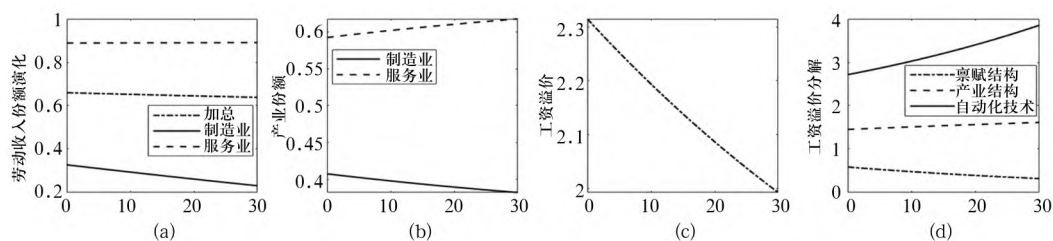


图 3-3 制造型劳动力降低

图 3-2 (a) (b) 模拟了服务型劳动力增长对劳动收入份额和产业结构的影响。保持其他要素禀赋不变,服务型劳动力增长会提高两部门劳动收入份额和加总劳动收入份额,这与定理 2 和定理 3 保持一致。与此同时,产业结构会向服务业部门转型,这与定理 1 保持一致。数值结果表明,产业结构转型导致加总劳动收入份额上升约 5%,而自动化技术变化导致加总劳动收入份额上升约 1.6%,因此服务型劳动力增加主要通过驱动产业结构转型提升加总劳动收入份额。图 3-2 (c) (d) 显示,服务型劳动力供给增加也会降低工资溢价。其中禀赋结构因素为 -44.8%,自动化技术因素为 -20.3%,而产业结构因素为 46.5%。禀赋结构因素和自动化技术因素主导了工资溢价的降低。

图 3-3 (a) (b) 模拟了制造型劳动力降低对劳动收入份额和产业结构的影响。给定其他要素禀赋不变,制造型劳动力短缺会降低制造业部门的劳动收入份额并提高服务业部门的劳动收入份额,这与定理 2 一致。与此同时,产业结构向服务业部门转型,这会提高加总的劳动收入份额。数值结果表明,加总劳动收入份额会从 66% 降低至 63.8%,其中产业结构转型导致劳动收入份额上升约 1.5%,自动化技术变化导致劳动收入份额降低 3.7%。对于工资溢价而言,图 3-3 (c) (d) 显示,制造型劳动力降低会缩小工资溢价。其中自动化技术因素导致工资溢价上升 20.4%,产业结构因素导致工资溢价上升 11.1%,但制造型劳动力短缺会通过禀赋结构因素导致工资溢价下降 45.4%。

六、进一步讨论

在上一节的数值分析中,本文重点考察了要素禀赋变化对收入分配格局的影响¹。考虑到要素禀赋的增长可能会收敛,是否存在改善初次收入分配格局的新因素?本节试图从劳动力技能禀赋提升和劳动力转移的视角对此进行讨论。根据均衡的自动化水平表达式(9)和式(10),可以发现劳动力技能禀赋 λ_j 对产出份额 ϕ_j ,以及自动化技术水平 α_j , α 的影响与劳动力要素禀赋 L_j 是完全对称的。为了增强可比性,本节分别模拟服务型 and

¹ 理论上要素禀赋变化驱动的产业转型还可以影响经济增长(王弟海等,2021),本文也讨论了产出的变化,发现除制造型劳动力降低外,数值模拟的其他情形下产出均有不同程度增长。限于篇幅,结果留存备案。

制造型劳动力的技能禀赋以 2% 速度增长 ,考察其对收入分配格局的影响¹。

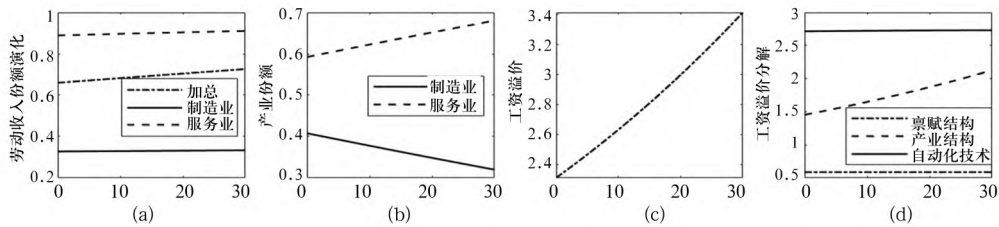


图 4-1 服务型劳动力技能提升

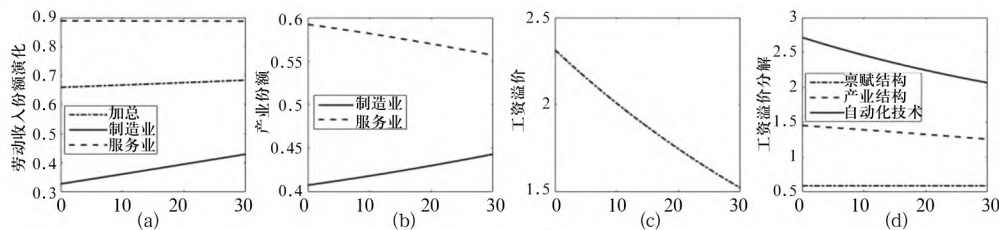


图 4-2 制造型劳动力技能提升

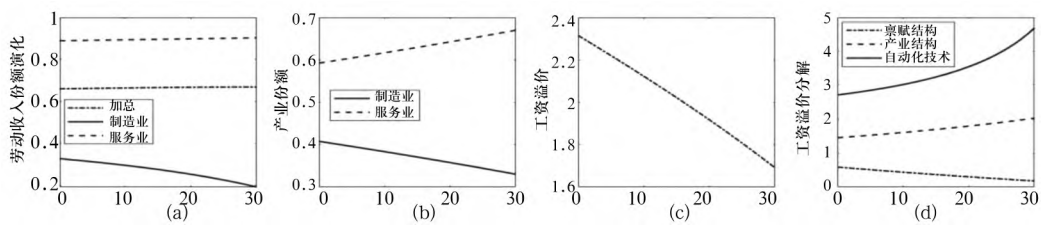


图 4-3 劳动力转移

图 4-1(a) (b) 模拟了服务型劳动力技能提升对劳动收入份额和产业结构的影响 , 可以发现结果与图 3-2(a) (b) 保持一致 , 这再次验证了劳动力技能禀赋和要素禀赋影响效果的对称性。图 4-1(c) (d) 显示 , 服务型劳动力技能提升通过产业结构因素导致部门工资溢价上升 , 这与服务型劳动力要素禀赋增长的情形完全相反 , 其主要原因是劳动力技能提升不再通过禀赋结构因素主导部门工资溢价的变化。图 4-2(a) (b) 模拟了制造型劳动力技能禀赋提升对劳动收入份额和产业结构的影响。制造型劳动力技能提升会降低服务业部门的劳动收入份额并提高制造业部门劳动收入份额。与此同时 , 产业结构向制造业部门转移。这与定理 1 和定理 2 的逻辑一致。测算表明 , 产业结构转型导致加总劳动收入份额降低约 1.8% , 而自动化技术变化导致加总劳动收入份额上升约 4.3% 。

¹ 为保证稳健性 , 本文考察了技能禀赋以 3% 的速率增长的情形 , 发现结论不变。限于篇幅未报告 , 如有需要请向作者索取。

图4-2(c)(d)显示,制造型劳动力技能提升会同时通过自动化技术因素和产业结构因素降低部门工资溢价。由于服务业部门的工资高于制造业部门,有可能会激励制造型劳动力转变为服务型劳动力。劳动力在部门之间的转移会改变劳动力供需结构,从而影响工资溢价和劳动收入份额。我们接下来模拟劳动力转移对劳动收入份额和产业结构的影响。图4-3模拟了服务型劳动力占基期劳动力总规模的比重以1%的速率增长的情形。结果显示,制造型劳动力向服务型劳动力转移会提高加总的劳动收入份额,降低部门工资溢价。与此同时,产业结构向服务业部门转型。数值结果显示,自动化技术导致劳动收入份额降低4%,产业结构转型导致劳动收入份额上升约4.9%,加总劳动收入份额上升约0.9%。而工资溢价下降27%,其中自动化技术因素导致工资溢价上升3%,产业结构因素导致工资溢价上升约40%,而禀赋结构因素导致工资溢价下降约70%。

七、结论与政策建议

本文建立了一个两部门的内生自动化技术选择模型,定量考察了中国初次收入分配格局演化的驱动因素与中间机制。我国收入分配演化的驱动因素为要素禀赋与劳动力技能禀赋,中间机制为内生的自动化技术与产业结构转型。本文的模型较好地拟合了2000~2020年中国劳动收入份额与部门工资溢价的演化趋势。自动化技术主导了劳动收入份额的下降阶段,而产业结构转型主导了劳动收入份额的上升阶段,劳动收入份额呈现U型演化趋势。持续上升的部门工资溢价则是由自动化技术与产业结构转型共同主导。本文的研究发现,制造型劳动力技能提升和制造型劳动力向服务型劳动力转移,有助于提升劳动收入份额并降低部门工资溢价。政策启示如下:

党的二十大报告再次提到要完善收入分配制度,努力提高劳动报酬在初次分配中的比重。考虑到要素禀赋的增长可能会收敛,同时本文发现制造型劳动力技能禀赋仍有很大提升空间。因此加大对制造型劳动力的人力资本投资,逐渐缩小其与服务型劳动力的技能差距,同时鼓励制造型劳动力向服务型劳动力转移,是改善收入分配格局的可能路径。

本文的数值模拟结果显示,劳动收入份额随着经济总体就业规模的增加而增加。在其他因素不变的前提下,稳住就业有助于稳住劳动报酬占初次收入中的比重。党的二十大报告明确指出,要深入贯彻落实就业优先战略,使人人都有通过勤奋劳动实现自身发展的机会。应优化调整就业激励措施,促进高质量充分就业,把稳住就业作为保障民生与改善收入分配格局的重要手段。

增加低收入者收入,扩大中等收入群体,调节过高收入是改善收入分配格局的关键。本文发现持续上升的部门工资溢价是自动化技术和产业结构转型共同作用的结果,但本文并不主张逆第三产业化与逆自动化以缩小工资差距。事实上,自动化进程与第三产业化进程是经济发展的自然规律,也是实现中国式现代化的重要保障。应当充分利用税收、社会保障、转移支付等收入再分配工具,加大调节力度,努力构建初次分配、再分配、第三

次分配协调配套的制度体系,缩小服务业部门与制造业部门的收入差距。

当然,为重点考察初次收入分配格局的驱动因素与演化机制,本文在模型设定上做了一些简化,未来可以对本文的模型进行扩展。例如区分建筑资本和设备资本、考虑职业选择或是引入政府和家户部门,以考虑更加一般的情形。

参考文献

- [1] 柏培文和许捷 2018,《中国三大产业的资本存量、资本回报率及其收敛性:1978—2013》,《经济学(季刊)》第3期,第1171~1206页。
- [2] 陈彦斌、林晨和陈小亮 2019,《人工智能、老龄化与经济增长》,《经济研究》第7期,第47~63页。
- [3] 董直庆、蔡啸和王林辉 2014,《技能溢价:基于技术进步方向的解释》,《中国社会科学》第10期,第22~40页。
- [4] 杜鹏程、王姝勋和徐舒 2021,《税收征管、企业避税与劳动收入份额——来自所得税征管范围改革的证据》,《管理世界》第7期,第105~118页。
- [5] 郭凯明 2019,《人工智能发展、产业结构转型升级与劳动收入份额变动》,《管理世界》第7期,第60~77页。
- [6] 郭凯明、杭静和颜色 2020,《资本深化、结构转型与技能溢价》,《经济研究》第9期,第90~105页。
- [7] 郭凯明、王钰冰和颜色 2023,《劳动力市场性别差距、生产结构转型与人口增长转变》,《金融研究》第1期,第21~38页。
- [8] 蒋为和黄玖立 2014,《国际生产分割、要素禀赋与劳动收入份额:理论与经验研究》,《世界经济》第5期,第28~50页。
- [9] 刘亚琳、茅锐和姚洋 2018,《结构转型、金融危机与中国劳动收入份额的变化》,《经济学(季刊)》第2期,第609~632页。
- [10] 刘亚琳、申广军和姚洋 2022,《我国劳动收入份额:新变化与再考察》,《经济学(季刊)》第5期,第1~22页。
- [11] 刘长庚和柏园杰 2022,《中国劳动收入居于主体地位吗——劳动收入份额再测算与国际比较》,《经济学动态》第7期,第31~50页。
- [12] 卢品亮 2017,《资本积累与技能工资差距——来自中国的经验证据》,《经济学(季刊)》第2期,第577~598页。
- [13] 陆雪琴和田磊 2020,《企业规模分化与劳动收入份额》,《世界经济》第9期,第27~48页。
- [14] 申广军、周广肃和贾坤 2018,《市场力量与劳动收入份额:理论和来自中国工业部门的证据》,《南开经济研究》第4期,第120~136页。
- [15] 王弟海、李夏伟和龚六堂 2021,《经济增长与结构变迁理论研究进展》,《经济学动态》第1期,第125~142页。
- [16] 王林辉、胡晟明和董直庆 2020,《人工智能技术会诱致劳动收入不平等吗——模型推演与分类评估》,《中国工业经济》第4期,第97~115页。
- [17] 王林辉和袁礼 2018,《有偏型技术进步、产业结构变迁和中国要素收入分配格局》,《经济研究》第11期,第115~131页。
- [18] 谢杰、过重阳、陈科杰和郭佳 2022,《最低工资、工业自动化与技能溢价》,《中国工业经济》第9期,第102~120页。
- [19] 颜色、郭凯明和杭静 2022,《中国人口红利与产业结构转型》,《管理世界》第4期,第15~33页。
- [20] Acemoglu, D. 1998. "Why Do New Technologies Complement Skills? Directed Technical Change and Wage Inequality", *The Quarterly Journal of Economics*, 113(4): 1055~1089.
- [21] Acemoglu, D., and P. Restrepo. 2018a. "Modeling Automation", *AEA Papers and Proceedings*, 108: 48~53.
- [22] Acemoglu, D., and P. Restrepo. 2018b. "The Race between Man and Machine: Implications of Technology for Growth, Factor Shares, and Employment", *American Economic Review*, 108(6): 1488~1542.
- [23] Acemoglu, D., and P. Restrepo. 2022. "Tasks, Automation, and the Rise in US Wage Inequality", *Econometrica*, 90

- (5): 1973 ~ 2016.
- [24] Bergholt, D., F. Furlanetto, and N. M. Faccioli. 2022. "The Decline of the Labor Share: New Empirical Evidence", *American Economic Journal: Macroeconomics*, 14(3): 163 ~ 198.
- [25] Blundell, R., D. A. Green, and W. Jin. 2022. "The U. K. as a Technological Follower: Higher Education Expansion and the College Wage Premium", *The Review of Economic Studies*, 89(1): 142 ~ 180.
- [26] Chen, X., G. Pei, Z. M. Song, and F. Zilibotti. 2022. "Tertiarization Like China", *NBER Working Paper*.
- [27] Cheng, H., R. Jia, D. Li, and H. Li. 2019. "The Rise of Robots in China", *Journal of Economic Perspectives*, 33(2): 71 ~ 88.
- [28] Hemous, D., and M. Olsen. 2022. "The Rise of the Machines: Automation, Horizontal Innovation, and Income Inequality", *American Economic Journal: Macroeconomics*, 14(1): 179 ~ 223.
- [29] Li, B., C. Liu, and S. T. Sun. 2021. "Do Corporate Income Tax Cuts Decrease Labor Share? Regression Discontinuity Evidence from China", *Journal of Development Economics*, 150.
- [30] Moll, B., L. Rachel, and P. Restrepo. 2022. "Uneven Growth: Automation's Impact on Income and Wealth Inequality", *Econometrica*, 90: 2645 ~ 2683.

Automation Technology, Structural Change, and the Evolution of Income Distribution in China

LU Guojun CUI Xiaoyong WANG Dihai

(School of Economics, Peking University; School of Economics, Fudan University)

Summary: In the last two decades, the wage premium between China's service and manufacturing sectors has increased; however, the labor share pattern appears to be U-shaped. Concurrently, the processes of automation and tertiarization have accelerated in China. Following the incorporation of more industrial robots into factories and as the Chinese economy transitions from the manufacturing sector to the service sector, this paper explores the driving factors behind these trends and how they will affect factor income distribution.

We extend the task-based framework to the context of the manufacturing and service sectors, and then quantitatively investigate the implications of automation and tertiarization for primary income distribution. The core of our model is that the degree of automation is endogenous, firms adopt automation technologies to maximize their profits, and tasks are allocated to capital or labor following these factors' comparative advantage. Moreover, the adoption of automation and capital density are heterogeneous across sectors.

We extend the task-based framework to incorporate the manufacturing and service sectors, with a view to examining the quantitative impact of automation and tertiarization on primary income distribution. At the heart of our model is the notion that the extent of automation is endogenous. That is, firms adopt automation technologies to maximize their profits. In addition, the comparative advantages of various factors determine the allocation of tasks to either capital or labor. Finally, the adoption of automation and capital density is heterogeneous across sectors.

We use the lens of this model to derive three main findings. First, we observe that in addition to structural transformation, the adoption of endogenous automation technologies serves as a significant mechanism for the

evolution of factor income distribution in China. Second, we find that both automation technologies and structural change jointly explain the U-shaped labor share pattern and the increasing sectoral wage premium. Automation technologies dominate the decrease phase in the U-shaped labor share pattern, while structural change dominates the increase phase on the other side. Both automation technologies and structural change play a crucial role in explaining the continuous growth of wage premiums. Finally, we demonstrate that factor and skill endowments are the driving factors behind automation technologies and structural change, which have significant implications for the factor income distribution pattern. In particular, deepening capital reduces the share of labor income and expands the wage premium. An increase in service labor supply increases the labor share and decreases the wage premium. However, manufacturing labor shortages reduce both the labor share and the wage premium.

This paper makes three contributions to the literature. First, we build a tractable but general model to investigate automation and structural changes in China, in addition to their implications for factor income distribution. This model can be used to discuss the patterns of both labor share and wage premium using a uniform framework. Hence, we supplement theory on the evolution of China's factor income distribution. Moreover, we complement studies that identify the influential factors in income distribution based on microdata and empirical methods by providing a macro perspective. As mentioned above, our model effectively explains the changes in the aggregate labor income share and the sector wage premium. Second, our model matches the changes in factor endowment, industry structure, employment structure, wage premium, and so on over the last two decades, especially the nonmonotonic pattern of aggregate labor share, which bolsters our confidence that multiple factors must affect the factor income distribution. Our second contribution is to shed light on the driving factors and the intermediate channels behind the pattern of the factor income distribution. Finally, we simulate how factor income distribution varies with factor and skill endowments. We decompose the total effects into the automation and structural change effects. In this respect, our work has both theoretical and practical significance and illuminates future patterns in factor income distribution.

In the future, increasing the human capital investment in manufacturing labor, gradually narrowing the skill gap between manufacturing labor and service labor, and encouraging the transfer of manufacturing labor to service labor are possible ways to improve the income distribution pattern.

Keywords: Automation Technology, Structural Change, Labor Income Share, Sectoral Wage Premium

JEL Classification: E25, O33, O41

(责任编辑: 林梦瑶) (校对: ZL)