

低碳转型如何影响要素收入分配格局? ——基于技术进步偏向视角的解释

李婷婷¹, 张文卿², 董景荣³

(1. 北京师范大学 经济与工商管理学院, 北京 100875; 2. 重庆大学 经济与工商管理学院, 重庆 400044;
3. 重庆师范大学 经济与管理学院, 重庆 401331)

摘 要: 优化要素收入分配格局是实现共同富裕目标的重要途径。低碳转型是一场广泛而深刻的经济社会的系统性变革, 其势必会引发经济结构、产业结构和技术结构的重组与变迁, 从而对要素收入分配格局产生深远影响。文章首先构建了一个两部门一般均衡模型, 理论演绎低碳转型对要素收入分配格局的影响及其内在机理; 然后以《万家企业节能低碳行动实施方案》作为准自然实验, 采用连续双重差分法对理论结果进行实证检验。研究发现, 低碳转型能通过改变技术进步偏向而优化要素收入分配格局, 一方面, 低碳转型通过引发劳动偏向型技术进步提高了劳动收入份额, 从而能缓解劳动和资本要素的收入分配失衡; 另一方面, 低碳转型通过引发低技能偏向型技术进步降低了技能溢价水平, 从而能缓解劳动者内部收入分配失衡。进一步分析发现, 低碳转型对技能溢价水平的影响存在企业特征异质性, 其更大程度上降低了高技能密集型企业、低节能目标企业和国有企业的技能溢价水平。文章的研究为统筹实现“人与自然和谐共生”和“全体人民共同富裕”的中国式现代化发展目标提供了思路和借鉴。

关键词: 低碳转型; 要素收入分配格局; 技术进步偏向; 劳动收入份额; 技能溢价

中图分类号: F047 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-9952(2025)06-0019-15

DOI: 10.16538/j.cnki.jfe.20250417.301

一、引 言

我国秉承“先富带后富”的发展思路与政策方针成功消除了绝对贫困, 但随之而来的贫富差距扩大所导致的相对贫困问题日渐凸显, 财富分配不公导致社会张力不断加大等问题仍需要继续关注。一方面, 目前中国国民劳动报酬占总要素收入比重始终维持在 50% 左右, 远低于世界大多数发达国家 60%—65% 的水平, 劳动与资本之间的收入分配失衡明显(Yao 等, 2023); 另一方面, 进入 21 世纪以来中国整体技能溢价水平不断升高, 劳动报酬由大量低技能劳动者向少量高技能劳动者持续转移, 劳动者内部的收入不平等现象日益突出(张军涛等, 2021)。居民收入的蛋糕如何分配才更合理, 已经成为国家治理要解决的重大问题。基于此, 党的二十大明确强调“完善按要素分配政策制度, 探索多种渠道增加中低收入群众要素收入”“努力提高居民收

收稿日期: 2024-09-21

基金项目: 国家社科基金重点项目(14AJL015); 国家社科基金一般项目(18BJY093); 重庆市社会科学规划重大项目(2020ZDJJ01)

作者简介: 李婷婷(1995—), 女, 山东德州人, 北京师范大学经济与工商管理学院博士研究生;

张文卿(1994—)(通讯作者), 男, 山东东营人, 重庆大学经济与工商管理学院博士研究生;

董景荣(1966—), 男, 重庆巫溪人, 重庆师范大学经济与管理学院教授, 博士生导师。

入在国民收入分配中的比重,提高劳动报酬在初次分配中的比重”,这为加速优化要素收入分配格局提供了方向指引。在全面消除绝对贫困的背景下,努力缓解要素收入分配失衡并推动形成更加公平合理的要素收入分配格局,对解决相对贫困问题、加速共同富裕进程、实现中国式现代化发展目标具有重大现实意义。

中国作为世界第二大经济体和最大碳排放国,因长期依赖粗放发展模式而导致减排压力日渐加剧。对此,国家主席习近平在第七十五届联合国大会一般性辩论上正式提出“双碳”目标,党的二十大再次强调“积极稳妥推进碳达峰碳中和”,奠定了低碳转型在推进经济社会高质量发展进程中的重要地位。但低碳转型不仅是一个环保议题,更是一场涉及经济、社会、产业和技术等多个层面的系统性变革,会深刻影响投资、生产、流通和消费等经济活动的各个方面,尤其是在产业结构的绿色升级和经济结构的深层次调整方面,将会打破现有的生产要素组合,促使生产要素进行重新配置并可能引起生产要素效率的非对称性提升,这无疑会对要素收入分配格局产生深远影响。可见在当前阶段,中国同时面临低碳转型和要素收入分配格局优化两大战略任务,亟须对二者进行统筹安排和融合。国家主席习近平在领导人气候峰会上提出“探索保护环境和经济发展、创造就业、消除贫困的协同增效,在绿色转型过程中努力实现社会公平正义”,这反映了国家利用低碳转型实现要素收入分配格局优化的意愿和决心。在此背景下,本文着力关注如下问题:低碳转型行动将对国内要素收入分配格局产生何种具体影响?其内在机理是什么?政策制定者应如何设计和完善低碳转型方案,充分发挥低碳转型对要素收入分配格局的优化作用,最终实现“绿色发展”与“共同富裕”两大目标的有机统筹?

当前中国要素收入分配失衡主要表现在两个维度:一是劳动相对于资本的报酬呈现出快速下降趋势;二是高技能与低技能劳动力之间存在显著的收入极化现象。因此,研究低碳转型对要素收入分配格局的影响,重点在于评估低碳转型能否同步缓解劳动与资本之间的收入分配失衡以及劳动者内部的收入分配失衡,即能否提高劳动收入份额的同时降低技能溢价水平。然而,目前关于低碳转型要素收入分配效应的研究非常有限,且这些研究大多只探讨了碳减排对劳动收入份额或技能溢价的影响,未将二者纳入统一的理论框架和实证模型进行系统分析。例如,Liu 和 Li(2023)、Yu 等(2024)都发现,低碳转型能通过增加城市对高学历、高技能人才的需求,从而提高地区劳动收入份额。但对高技能人才的需求是否进一步推高了技能溢价,低碳转型对劳动收入份额的提升作用是否是以加剧劳动者内部收入分配失衡为代价的,上述文献并未进行深入探讨。此外,在实证思路,这些文献以区域碳减排政策实施所形成的外生冲击作为代理变量,利用地区层面样本数据检验低碳转型的要素收入分配效应。但事实上,企业作为主要的碳排放源,从根本上看,企业才是实现低碳转型的主体,也是碳减排成果的体现主体,区域层面的碳减排政策无法量化不同企业的低碳转型绩效差异。

有鉴于此,本文首先基于两部门一般均衡模型,构建了一个反映经济体劳动收入份额变动和技能溢价水平变动的理论框架,数理演绎了低碳转型对要素收入分配格局的影响及其内在机理;然后将“十二五”期间开始实施的《万家企业节能低碳行动实施方案》政策作为一项准自然实验,从微观企业层面构造低碳转型代理变量,采用连续双重差分法(DID)对理论结果进行实证检验。与现有研究相比,本文的贡献主要体现在三个方面:第一,本文基于当前中国要素收入分配所面临的现实问题,从劳动收入份额和技能溢价水平两个维度,全面考察了低碳转型对要素收入分配格局的影响。“提升劳动收入份额”和“降低技能溢价水平”是优化中国要素收入分配格局的两个重要抓手,理应将二者纳入统一的理论框架,并采用一致的估计策略进行实证检验。本文通过理论阐释并实证分析低碳转型对二者的作用效果,以期能更完整地厘清低碳转型

对要素收入分配格局优化的影响效应。第二，本文在理论推演的基础上，从技术进步偏向视角详细剖析低碳转型影响要素收入分配格局的深层动机与内在机理，是对相关机制研究的深化。现有研究大多从低碳转型推动能源消费清洁化和产业结构绿色化的角度解释其要素配置优化效应。但在能源结构和产业结构变动的基础上，低碳转型只有更进一步诱导经济实体改变技术进步方向，引发要素价格和要素需求的相对变动，才能对要素收入分配格局产生更为直接、广泛且深远的影响。第三，本文利用《万家企业节能低碳行动实施方案》这一“前端限制能源使用权”类政策构造低碳转型代理变量，拓展了现有相关实证研究的思路。不同于对地区或行业碳排放行为“一刀切”的命令式减排，《万家企业节能低碳行动实施方案》为每家入选企业“量身定制”减排目标，并通过直接控制企业的能源使用量而从源头上反映企业的碳减排绩效。因此，该做法一方面能反映样本企业之间差异化的减排努力与低碳转型成果，与低碳转型的本质内涵更加契合，能增强实证结果的解释力；另一方面便于采用连续 DID 模型对企业微观数据样本进行拟合，丰富了低碳转型与要素收入分配格局之间关系的微观证据。

二、文献综述

与本文相关的第一支文献涉及低碳转型的经济、环境与社会效应。从经济效应来看，徐枫等(2022)用文本分析法界定的 214 个关键词作为低碳转型的衡量指标，发现低碳转型能够显著提升中国制造业企业盈利能力；部分学者利用低碳城市试点政策作为低碳转型的衡量指标，发现低碳转型有利于企业生产工艺的改良、产业结构高级化、城市创业活跃度提高和区域经济高质量发展(Zheng 等, 2021; 范贤贤和郭平, 2023)。从环境效应来看，宋弘等(2019)以及徐佳和崔静波(2020)以低碳城市试点政策为准自然实验，发现低碳转型可通过提高能源效率、改善能源结构、促进绿色创新和产业结构升级等路径降低企业和区域的碳排放强度；还有部分研究发现，低碳转型能够有效提升企业的环境、社会和治理(ESG)表现(Van Hoang 等, 2023)。目前只有少量文献关注低碳转型的社会效应，且大多聚焦于低碳转型对就业的影响。王锋和葛星(2022)发现，低碳转型能够显著提高企业整体就业水平，但对不同技能劳动力就业存在异质性影响；而周亚虹等(2023)则发现，低碳转型虽能从城市层面促进就业，但会降低企业层面的就业水平。

与本文相关的另一支文献涉及环境规制对要素收入分配格局的影响。落实适宜的环境规制政策是实现经济绿色低碳发展的关键，主流文献详细考察了不同环境规制工具对劳动收入份额和劳动收入差距的影响。从劳动收入份额角度，范源源和李建军(2022)发现，当存在绿色信贷政策约束时，企业将通过减少工人数量或降低工人薪资来获取资本积累，从而导致劳动收入份额的下降；Huang 等(2022)发现，搭配使用“两控区”政策与环境绩效评估政策，能够产生要素替代效应和成本效应，最终提高劳动收入份额；何兴邦(2019)发现，命令控制型环境规制能够显著加剧收入不平等，而市场型环境规制对收入分配不存在显著影响。从劳动收入差距角度来看，余东华和孙婷(2017)发现，环保命令倒逼企业改变粗放生产模式，从而增加与可持续发展相匹配的高技能劳动力需求，导致技能溢价提高和劳动收入差距扩大；Qin 等(2021)发现，约束性环境规制政策会提高城市整体的清洁生产水平，形成城市对高技能人才的需求并降低一般性劳动力的报酬所得；陶爱萍等(2022)则发现，环境规制与技能溢价之间呈现出 U 形关系，现阶段中国提升环境规制强度能够显著降低技能溢价，从而缩小劳动收入差距。

针对本文的研究目标，现有研究存在以下不足：一是研究视角上，现有关于低碳转型的相关研究大多集中在经济效应和环境效应层面，缺乏对其社会效应的关注，更鲜有文献深入探究低碳转型对要素收入分配格局这一典型社会问题的影响及其内在机理。虽有研究考察了环境规制

的要素收入分配效应,但政府的规制政策本质上还是通过约束微观企业的减排行为,进而影响要素收入分配。因此,直接从低碳转型的角度来研究要素收入分配格局的优化问题更有必要。二是样本选择上,企业作为微观经济活动主体,是进行低碳转型和要素收入分配的直接参与者。但受制于企业微观数据可得性,既有文献大多利用宏观层面数据或将宏观数据匹配至企业层面,用以构造低碳转型代理变量并进行相关实证分析,这样做可能会因样本选择问题而得出有偏的研究结论。三是研究方法上,既有研究大多采用经典 DID 方法评估相关政策对要素收入分配的普遍性影响,但不同企业在低碳转型的绩效上可能存在显著差异,这一方法无法刻画不同企业在低碳转型绩效上的差异,以及这种差异对要素收入分配格局产生的影响,机械地套用该实证处理手段可能导致研究结论出现偏误。基于此,本文在理论分析的基础上,以《万家企业节能低碳行动实施方案》作为准自然实验,以 2007—2015 年沪深 A 股上市公司的数据为样本,采用连续 DID 方法实证检验低碳转型对要素收入分配格局的影响及其内在机理,希望能在一定程度上弥补现有研究的不足。

三、理论分析

(一)模型框架。参考 Acemoglu 等(2012)的思路,构建一个包含两个部门和两种要素的一般均衡模型。模型的生产方面由清洁部门和非清洁部门完成,两部门分别用 c 和 d 表示,此时有下标 $j=\{c, d\}$ 。生产过程由一个代表性企业在完全竞争市场下使用劳动 L 和资本 K 两种要素完成。生产技术满足常替代弹性,则部门产出 Y_j 满足:

$$Y_j = \left[\lambda_j^{1/\rho_j} (A_j^L L_j)^{(\rho_j-1)/\rho_j} + (1-\lambda_j)^{1/\rho_j} (A_j^K K_j)^{(\rho_j-1)/\rho_j} \right]^{\rho_j/(\rho_j-1)} \quad (1)$$

其中, $0 < \lambda_j < 1$, 且 λ_j 为常数。 $\rho_j > 0$, 且 ρ_j 为常数,反映劳动和资本在部门 j 中的替代弹性。变量 A_j^L 和 A_j^K 分别为劳动扩展型技术和资本扩展型技术。用 w_j 和 r_j 分别表示部门 j 的劳动工资和资本租金,企业通过选择雇佣劳动和投入资本的数量来确定其产出水平,并实现利润最大化目标。

模型需求方面由一个代表性家庭来刻画。家庭同时提供劳动力 L 和资本品 K , 从而获得全部要素报酬。家庭把收入全用于购买清洁部门和非清洁部门生产的产品,数量分别为 C_c 和 C_d 。此时家庭的预算约束满足:

$$P_c C_c + P_d C_d = \sum_j (w_j L_j + r_j K_j) \quad (2)$$

其中, P_c 和 P_d 分别代表清洁部门和非清洁部门的产品价格。参考 Herrendorf 等(2014)的处理方法,设家庭基于如下 Stone-Geary 常替代弹性效用函数,从产品消费中获得效用 C :

$$C = \left[\alpha_c^{1/\sigma} (C_c + \bar{C})^{(\sigma-1)/\sigma} + \alpha_d^{1/\sigma} (C_d)^{(\sigma-1)/\sigma} \right]^{\sigma/(\sigma-1)} \quad (3)$$

其中, $0 < \alpha_j < 1$, 且 α_j 为常数, $\alpha_c + \alpha_d = 1$; $\sigma > 0$, 且 σ 为常数,反映两部门产品间的替代弹性。 \bar{C} 为常数非位似项,满足 $\bar{C} \neq 0$ 。

基于一般均衡条件,设产品市场出清,即部门产品供给等于家庭消费需求;要素市场出清,即两部门的要素需求之和等于家庭的要素供给量。此时有:

$$Y_j = C_j \quad (4)$$

$$\sum_j L_j = L, \quad \sum_j K_j = K \quad (5)$$

(二)低碳转型与要素收入分配格局。定义 y_c 和 y_d 分别为清洁部门和非清洁部门产出占总产出的比重。联立(1)式至(5)式,可以得到:

$$y_c = \frac{P_c Y_c}{P_c Y_c + P_d Y_d} = \frac{\alpha_c P_c^{1-\sigma}}{\alpha_c P_c^{1-\sigma} + \alpha_d P_d^{1-\sigma}} \left(1 + \frac{P_c \bar{C}}{P_c Y_c + P_d Y_d} \right) - \frac{P_c \bar{C}}{P_c Y_c + P_d Y_d} \quad (6)$$

$$y_d = \frac{P_d Y_d}{P_c Y_c + P_d Y_d} = \frac{\alpha_d P_d^{1-\sigma}}{\alpha_c P_c^{1-\sigma} + \alpha_d P_d^{1-\sigma}} \left(1 + \frac{P_c \bar{C}}{P_c Y_c + P_d Y_d} \right) \quad (7)$$

定义 θ_j^L 和 θ_j^K 分别为 j 部门劳动要素和资本要素的产出弹性，且满足 $\theta_j^L = (\partial Y_j / \partial L_j) / (Y_j / L_j)$ ， $\theta_j^K = (\partial Y_j / \partial K_j) / (Y_j / K_j)$ ， $\theta_j^L + \theta_j^K = 1$ 。此时结合(1)式和(2)式可以得到：

$$\theta_j^L P_j Y_j = w_j L_j, \quad \theta_j^K P_j Y_j = r_j K_j \quad (8)$$

要素的产出弹性在不同部门存在差别。平均来看，劳动密集型产业通常更可能是清洁型产业，而资本密集度越高的行业对应的污染指数通常也越高(王勇等, 2022)。工业时代，使用大量机械设备和生产设施进行大规模的生产活动，这往往伴随着更高的能源消耗、原材料使用和污染物排放，这种模式至今仍未发生根本性改变。正如 Fullerton 和 Heutel(2007)的研究所发现的那样，“棕色部门”的资本密集程度高于清洁部门。通常而言，产业的要素密集型特征得益于其主导的要素具有较高的产出弹性(郭凯明等, 2023)。基于此，本文设定清洁部门劳动要素的产出弹性要大于非清洁部门；相应地，清洁部门资本要素的产出弹性要小于非清洁部门。即满足 $\theta_c^L > \theta_d^L$ ， $\theta_c^K < \theta_d^K$ 。

由于(1)式满足规模报酬不变条件，此时要素产出弹性等于要素报酬占比，产业部门 j 的劳动收入份额为 θ_j^L 。定义 $\theta^L = \sum_j w_j L_j / \sum_j (w_j L_j + r_j K_j)$ 为经济整体的劳动收入份额，则根据(6)式、(7)式和(8)式可以得到：

$$\theta^L = \frac{\sum_j \theta_j^L P_j Y_j}{\sum_j (w_j L_j + r_j K_j)} = \theta_c^L y_c + \theta_d^L y_d \quad (9)$$

该式展示了低碳转型对劳动收入份额的影响。低碳转型直接导致经济中清洁部门产出比重 y_c 上升，非清洁部门产出比重 y_d 相应下降。由于清洁部门具有较高的劳动收入份额，即 $\theta_c^L > \theta_d^L$ ，这意味着低碳转型将从总体上提高经济整体的劳动收入份额 θ^L 、降低资本收入份额，从而缓解劳资要素收入分配失衡问题。基于上述分析提出如下假说：

假说 1a：低碳转型有利于提高劳动收入份额，从而优化要素收入分配格局。

上述思路还可以进一步用于拓展分析低碳转型对劳动者内部收入差距的影响。具体地，从劳动力技能水平差异的角度，重新设定一个代表性企业在完全竞争市场下雇佣高技能劳动力 H 和低技能劳动力 N 生产清洁和非清洁两种产品，将前式中的 L 和 K 全部对应替换为 N 和 H 。

重新定义高技能劳动力和低技能劳动力产出弹性，假定其满足 $\theta_j^H = (\partial Y_j / \partial H_j) / (Y_j / H_j)$ ， $\theta_j^N = (\partial Y_j / \partial N_j) / (Y_j / N_j)$ 。由于高技能劳动力与资本间存在很强的互补关系，高技能劳动力通常也会集中在资本要素相对密集的产业部门。例如，资本密集型产业通常涉及高度机械化和自动化的生产流程，需要大量的研发来推动技术创新和产品改进，这些活动都依赖高技能劳动力(许家云和毛其淋, 2023)。而资本密集型行业又更倾向属于非清洁部门，因此本文设定清洁部门高技能劳动力的产出弹性要小于非清洁部门；相应地，清洁部门一般劳动力的产出弹性要大于非清洁部门，即满足 $\theta_c^H < \theta_d^H$ ， $\theta_c^N > \theta_d^N$ 。

此时定义 $\theta^H = \sum_j w_j^H H_j / \sum_j (w_j^H H_j + w_j^N N_j)$ 为经济整体的高技能劳动收入份额，即技能溢价水平。可以得到：

$$\theta^H = \frac{\sum_j \theta_j^H P_j Y_j}{\sum_j (w_j^H H_j + w_j^N N_j)} = \theta_c^H y_c + \theta_d^H y_d \quad (10)$$

该式展示了低碳转型对技能溢价水平的影响。低碳转型会导致 y_c 上升和 y_d 下降, 且 $\theta_c^H < \theta_d^H$, 这意味着低碳转型将能在总体上降低经济整体的技能溢价水平 θ^H , 进而缓解劳动者内部收入分配失衡问题。基于上述分析提出如下假说:

假说 1b: 低碳转型有利于降低技能溢价水平, 从而优化要素收入分配格局。

(三) 低碳转型、技术进步偏向与要素收入分配格局。这部分拟通过模型推演, 进一步讨论低碳转型影响要素收入分配格局的深层动力和内在机理。基于(8)式可以得到部门 j 劳动收入与资本收入之比:

$$\frac{\theta_j^L}{\theta_j^K} = \frac{w_j L_j}{r_j K_j} \quad (11)$$

根据 θ_j^L 和 θ_j^K 的定义, 结合(1)式和(2)式, 上式可以进一步转换为:

$$\frac{w_j L_j^{1/\rho_j}}{r_j K_j^{1/\rho_j}} = \frac{\lambda_j^{1/\rho_j} (A_j^L)^{(\rho_j-1)/\rho_j}}{(1-\lambda_j)^{1/\rho_j} (A_j^K)^{(\rho_j-1)/\rho_j}} \quad (12)$$

该式表明, 部门 j 劳动收入份额的变化只与劳动扩展型技术与资本扩展型技术的比值 A_j^L/A_j^K 相关, 反映了技术进步的要 素偏向性特征。技术进步偏向是指技术进步可能会导致不同要素边际效率的非对称性提升: 当技术进步使得要素 m 相对于要素 n 的边际生产率提高时, 称为偏向要素 m 的技术进步 (Hicks, 1963)。在本模型中, 当劳动扩展型技术的改良与进步速度快于资本扩展型技术, 即 A_j^L/A_j^K 上升时, 意味着技术进步是偏向劳动的; 反之, 当 A_j^L/A_j^K 下降时, 则意味着技术进步是偏向资本的。

根据有偏技术进步理论, 技术进步偏向哪种生产要素从根本上取决于经济实体的要素禀赋结构, 即其所占有的各类生产要素的相对丰裕程度。早期研究认为, 企业会遵循其自身的比较优势, 利用技术进步提升相对昂贵且稀缺的生产要素边际效率, 以最大程度提升生产效率并节约生产成本 (Hicks, 1963)。但后续相关研究发现, 企业的技术进步偏向不仅取决于要素禀赋结构, 还与其自身的发展战略选择密切相关。当企业更重视保持市场份额时, 会倾向于将新技术优先应用于提高相对丰裕要素的效率, 以维持其生产能力和市场占有率, 这种由“市场领先策略”导致的技术进步偏向于丰裕要素的现象被称为“市场规模效应” (Acemoglu, 2002; 李海燕等, 2024); 当企业更重视降低成本时, 会倾向于将新技术优先应用于提高相对昂贵且稀缺要素的效率, 从而实现成本节约, 这种由“成本领先策略”导致的技术进步偏向于稀缺要素的现象被称为“价格效应” (Acemoglu, 2002; Akerman 等, 2015)。

由于同一行业内的企业往往会制定相近的生产经营策略, 相关研究尝试从产业生命周期视角解释不同产业部门的技术进步偏向差异 (Balleer 和 Van Rens, 2013)。一方面, 对于处于导入期、成长期的行业, 以及规模快速扩张的新兴产业, 其产品设计尚不成熟、行业利润率偏低、需求增长较快, 企业更倾向于将新技术应用于开辟新用户、占领并扩大市场份额。因此, 这类行业的技术进步偏向受“市场规模效应”的影响更加明显。另一方面, 对于处于成熟期、衰退期的行业或规模持续缩减的传统产业, 其市场增长率不高、行业生产能力过剩、行业盈利能力快速下降, 企业会更倾向于将所开发的技术应用于提高效率和控制成本。因此, 这类行业的技术进步偏向受“价格效应”的影响更加明显。

如前文所述, 低碳转型导致清洁部门的规模扩张、非清洁部门规模缩减。清洁部门所包含的大多是处于成长期的新兴行业, 而非清洁部门主要由处于成熟期或衰退期的传统行业组成。

此外，清洁部门的劳动密集度高于非清洁部门。因此在低碳转型背景下，清洁部门主要受“市场规模效应”影响，倾向于优先提高劳动这一相对丰裕要素的边际效率，发展劳动偏向型技术进步；非清洁部门主要受“价格效应”影响，倾向于优先提高劳动这一相对稀缺要素的边际效率，也会发展劳动偏向型技术进步。所以总体上，低碳转型会导致不同部门的技术进步均偏向于劳动，使经济整体表现出劳动偏向型技术进步趋势。这一方面会导致各部门的劳动密集度 L_j/K_j 进一步提高，企业更倾向于用劳动代替资本完成生产任务；另一方面会导致劳动的相对价格 w_j/r_j 进一步提高，劳动相对于资本将变得更加昂贵。这都有利于劳动收入份额的提高。基于此，本文提出如下假说：

假说 2a：低碳转型能通过诱发劳动偏向型技术进步，在提高劳动密集度的同时提高劳动相对价格，从而提高劳动收入份额。

同理，要分析劳动者内部收入差距，可重新设定每个产业部门由一个代表性企业在完全竞争市场下雇佣高技能劳动力 H 和低技能劳动力 N 进行生产。将(11)式、(12)式中的 L 和 K 对应替换为 H 和 N ， w_j 和 r_j 对应替换为 W_j^H 和 W_j^N ，可以得到：

$$\frac{\theta_j^H}{\theta_j^N} = \frac{W_j^H H_j}{W_j^N N_j} \quad (13)$$

$$\frac{W_j^H H_j^{1/\rho_j}}{W_j^N N_j^{1/\rho_j}} = \frac{\lambda_j^{1/\rho_j} (A_j^H)^{(\rho_j-1)/\rho_j}}{(1-\lambda_j)^{1/\rho_j} (A_j^N)^{(\rho_j-1)/\rho_j}} \quad (14)$$

如前文所述，清洁部门的低技能劳动密集度高于非清洁部门。此时在低碳转型背景下，清洁部门主要受“市场规模效应”影响，倾向于优先提高低技能劳动这一相对丰裕要素的边际效率，发展低技能劳动偏向型技术进步；非清洁部门主要受“价格效应”影响，倾向于优先提高低技能劳动这一相对稀缺要素的边际效率，也会发展低技能劳动偏向型技术进步。所以总体上，低碳转型会导致不同部门的技术进步均偏向于低技能劳动，使经济整体表现出低技能劳动偏向型技术进步趋势。这一方面会导致各部门的高技能劳动密集度 H_j/L_j 降低，企业更倾向于用低技能劳动代替高技能劳动完成生产任务；另一方面也会导致高技能劳动的相对价格 W_j^H/W_j^N 降低，低技能劳动相对于高技能劳动将变得更加昂贵。这些都有利于降低高技能劳动收入份额，即降低技能溢价。基于此，本文提出如下假说：

假说 2b：低碳转型能通过诱发低技能偏向型技术进步，在降低高技能劳动密集度的同时降低高技能劳动的相对价格，从而降低技能溢价。

综上所述，图 1 直观展示了低碳转型影响要素收入分配格局的理论机理框架。

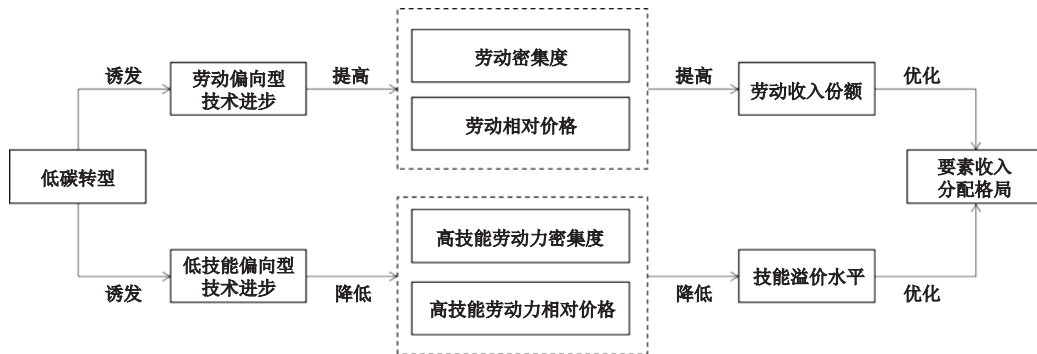


图 1 低碳转型对要素收入分配格局的作用机理

四、研究设计

(一) 计量模型构建与变量设置。^①中国当前的要素收入分配失衡问题主要体现在“劳动相对于资本的报酬快速降低”和“高技能与低技能劳动力间的收入极化”两个方面。对此,国家始终把保障劳动收入公平放在首位。2021 年国务院办公厅在《要素市场化配置综合改革试点总体方案》中强调,“要素分配机制应重点提高劳动报酬在初次分配中的比重,强化工资收入分配的技能价值激励导向”。基于此,本文将从劳动收入份额和劳动收入差距两个方面全面考察低碳转型对要素收入分配格局的影响。劳动收入份额反映劳动与资本间的收入分配情况;用技能溢价水平指标衡量的劳动收入差距则能反映劳动者内部的收入分配情况。

不同于地区或行业排放中“一刀切”的命令式减排,《万家企业节能低碳行动实施方案》^②为每家入选企业“量身定制”量化的减排目标。而传统 DID 模型只能使用 0—1 虚拟变量定性考察处理变量的处理效应,无法定量考察政策实施强度引起的要素收入分配效应差异;相比之下,连续 DID 能对连续型变量的处理效应进行评估,更适合本文的研究思路。因此,本文将《万家企业节能低碳行动实施方案》作为一项准自然实验,采用连续 DID 方法探讨低碳转型对要素收入分配的异质性处理效应,构造具体实证模型如下:

$$Y_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 Regu_i \times Post_t + X_{it}\gamma + \vartheta_i + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (15)$$

其中, i 和 t 分别表示企业和年份;被解释变量 Y_{it} 为要素收入分配格局,设要素收入分配格局 Y 包括劳动收入份额($lnls$)和技能溢价水平($lnspil$)两个方面; $Regu_i \times Post_t$ 为 DID 交互项。 $Regu_i$ 为企业面临的减碳强度,也即单位产出需完成的碳减排指标。 $Post_t$ 为政策前后时间虚拟变量,当 $t \geq 2011$ 时,取值为 1;反之,则为 0。 X_{it} 为企业层面一系列控制变量; ϑ_i 表示时间固定效应, μ_i 为个体固定效应, ε_{it} 为标准误。

(二) 数据来源和样本说明。^③本文主要使用的数据包括 2007—2015 年 CSMAR 数据库中的工业企业样本,以及国家发展改革委发布的《万家企业节能低碳行动实施方案》企业名单和节能目标量。虽然“万家企业”名单总体保持不变,但 2012 年后仍有极少数的增加。因此,剔除 2012—2015 年间新进入“万家企业”名单的企业,避免基期控制组中的企业出现在后期处理组中而对政策评估造成干扰。为避免异常样本的影响,参考既有文献做法,本文对数据进行如下处理:①剔除股票简称中带有 ST 和*ST 的公司;②剔除数据缺失严重的公司,并对个别缺失数据通过线性拟合补齐;③剔除职工人数小于 5 的企业;④剔除劳动收入占比中大于 1 或小于 0 的企业;⑤对主要连续变量进行 1% 的缩尾处理,以剔除异常值的影响。

五、实证结果及分析

(一) 基准回归。表 1 汇报了基准回归结果,列(1)和列(2)分别为低碳转型对劳动收入份额和技能溢价水平的影响。列(1)显示,劳动收入份额对低碳转型的回归系数为正且显著,说明低碳转型能够显著提高企业劳动收入份额;列(2)显示,技能溢价水平对低碳转型的回归系数为负且显著,说明低碳转型能够显著降低企业技能溢价水平。总体上,基准回归结果印证了理论分析结果,低碳转型在缓解劳资收入分配失衡问题的同时缩小了劳动者内部工资收入差距,从而

① 限于篇幅,未报告变量测度方法以及控制变量的选取依据,如有需要可向作者索取。

② 限于篇幅,文中省略政策背景介绍,备索。

③ 限于篇幅,未报告变量的描述性统计结果,备索。

实现对要素收入分配格局的优化。至此，假说 1a 和假说 1b 得到了验证。

(二)平行趋势假设评估。^①使用连续双重差分模型的前提是处理组与控制组在政策发生前具有一致的变动趋势，即满足平行趋势假设。由检验结果可知，在“万家企业”方案实施前，处理组和控制组的劳动收入份额和技能溢价水平并不存在显著差异；而在政策实施后，处理组和控制组系数出现显著差异，研究样本未拒绝事前趋势平行的假设。此外，本文进一步采用违反平行趋势假设时的检验方法对处理后的点估计量的置信区间进行推断和敏感性分析。结果表明，即使平行趋势存在一定程度的偏离，低碳转型也仍然能够促进劳动收入份额的提高和技能溢价水平的降低。

(三)稳健性检验。^②本文利用工具变量法对回归结果进行内生性检验。此外，还利用安慰剂检验、更换估计模型、更换被解释变量测度方式、排除同期政策干扰、样本区间优化和样本时效性检验、设置更严格的固定效应等方式对回归结果进行一系列稳健性检验。由检验结果可知，本文的基准回归结果是稳健可靠的。

六、进一步分析

(一)机制分析。理论分析结果显示，低碳转型能通过诱发劳动偏向型技术进步和低技能偏向型技术进步而提高劳动收入份额并降低技能溢价。基于此，构造如下实证模型检验低碳转型影响要素收入分配格局的内在机制：

$$bais1_{it} = \theta_1 + \theta_2 Regu_{it} \times post_t + \theta_3 control_{it} + \varphi_i + \mu_t + \xi_{it} \quad (16)$$

$$bais2_{it} = \psi_1 + \psi_2 Regu_{it} \times post_t + \psi_3 control_{it} + \varphi_i + \mu_t + \xi_{it} \quad (17)$$

其中， $bais1$ 与 $bais2$ 分别代表劳动偏向型技术进步指数和高技能偏向型技术进步指数，我们主要关注参数 θ_2 和 ψ_2 的估计结果。关于偏向型技术进步指数的测算，先参考黄庆华等(2022)运用非径向、非导向的 DEA 方法和 Malmquist-Luenberger 指数测算出劳动与资本、高技能劳动与低技能劳动对技术进步的相对贡献；再参照 Weber 和 Domazlicky(1999)的研究，构造劳动偏向型技术进步指数和高技能偏向型技术进步指数，用以判断技术进步偏向于劳动和高技能劳动的程度。表 2 报告了低碳转型对技术进步偏向的影响。

表 1 低碳转型对劳动收入份额和技能溢价水平的影响

变量	lnls (1)	lnspil (2)
$Regu \times post$	0.282* (0.076)	-4.073*** (1.333)
控制变量	控制	控制
企业固定效应	是	是
年份固定效应	是	是
观测值	9213	9213
调整后的 R^2	0.785	0.560

注：***、**和* 分别表示显著性水平为1%、5%和10%，括号中的数值为企业层面聚类稳健标准误，下同。

表 2 低碳转型对技术进步偏向的影响

变量	bais1 (1)	bais2 (2)
$Regu \times post$	0.946*** (0.349)	-2.228*** (0.471)
控制变量	控制	控制
企业固定效应	是	是
年份固定效应	是	是
观测值	7519	9206
调整后的 R^2	0.039	0.135

① 限于篇幅，未报告平行趋势假设检验和敏感性检验结果，备索。

② 限于篇幅，稳健性检验结果和具体分析省略，备索。

表 2 列(1)显示,低碳转型对劳动偏向型技术进步的影响显著为正,说明在劳动和资本之间,低碳转型能够诱发更偏向于劳动的技术进步。一方面,劳动边际效率的提高会导致劳动价格相对提高,劳动相对于资本将变得更加昂贵,这有利于劳动收入份额的增长。为印证该逻辑的可靠性,我们考察了“万家企业”政策实施后,试点企业劳动要素与资本要素的相对价格。^①图 2 显示,随着“万家企业”政策的推进,试点企业的劳资价格比增长速度始终高于非试点企业,与我们的预期相符。另一方面,劳动边际效率的提高会导致劳动密集度相对提高,企业更倾向于用劳动代替资本完成生产任务,这也会促进劳动收入份额提高。为印证这一点,我们对比了“万家企业”政策实施后,试点企业与非试点企业的平均劳动密集度。图 3 显示,随着“万家企业”政策的不断推进,试点企业劳动密集度的下降速度持续低于非试点企业。在当前企业智能化转型、劳动密集度快速下降的大趋势下,试点企业的劳动密集度降低速度明显放缓,这支持了本文关于“低碳转型促进劳动密集度相对提升”的预期。至此,假说 2a 得到了验证。

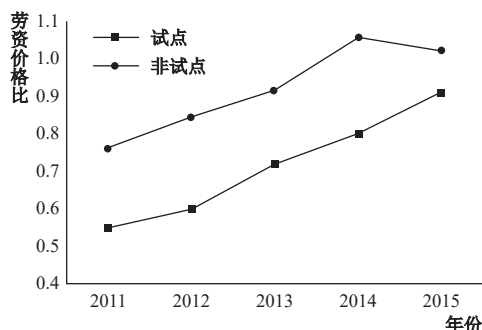


图 2 试点与非试点企业的劳资价格比

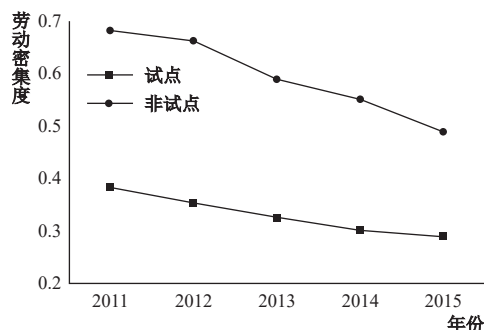


图 3 试点与非试点企业的劳动密集度

表 2 列(2)显示,低碳转型对技能偏向型技术进步的影响显著为负,说明在高技能劳动和低技能劳动之间,低碳转型能够诱发更偏向于低技能劳动的技术进步。一方面,低技能劳动边际效率的提高会导致其价格提高,这使得高技能劳动的报酬相对降低,从而直接降低技能溢价水平;另一方面,低技能劳动边际效率的提高会导致高技能劳动密集度相对降低,企业更倾向于用掌握通用职业能力的低技能劳动者代替已经具备高技术能力的专门型人才完成生产经营任务,这也会降低技能溢价水平。为印证这一点,我们对比了“万家企业”政策实施后,试点企业与非试点企业的高技能劳动相对价格^②和高技能劳动密集度。图 4 和图 5 显示,2011 年试点企业与非

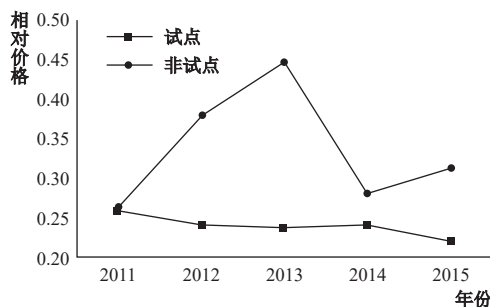


图 4 试点与非试点企业的高技能劳动相对价格

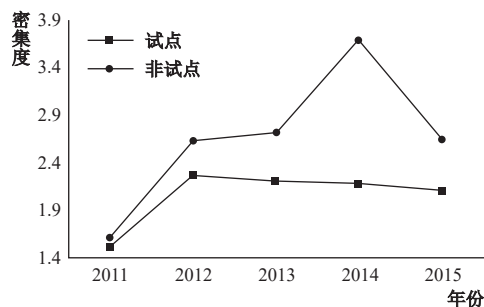


图 5 试点与非试点企业的高技能劳动密集度

① 参考陈晓玲等(2019)的研究,以资本收入除以资本数量得到资本价格,以劳动收入除以企业从业人员人数衡量劳动价格,劳资相对价格以劳动价格比资本价格衡量。

② 高技能劳动相对价格以高技能劳动者工资比低技能劳动者工资衡量。

试点企业的高技能劳动相对价格和高技能劳动密集度非常接近。但随着“万家企业”政策的推进，这两项指标在试点企业的增长速度明显慢于非试点企业。国际劳工组织通过分析 32 个国家低碳转型对就业产生的影响发现，大多数就业机会的创造和重新分配都集中于中低等技能职业。中低等技能工作者通过绿色技能培训、重新掌握技能和提高技能，最终能够实现对高技能人员的替代并实现更高水平的就业。上述事实表明，低碳转型能够诱发低技能偏向型技术进步，在降低高技能劳动密集度的同时降低高技能劳动的相对价格，最终降低技能溢价水平。至此，假说 2b 得到了验证。

(二)异质性分析。正如前文所提到，企业是经济社会低碳转型的主体，利用微观企业样本实证检验低碳转型对要素收入分配格局的影响及机制也正是本文相较于既有相关研究的一项边际贡献。而发生在不同类型企业的低碳转型是否会对其要素收入分配格局产生差异化影响直接影响着低碳转型政策制定者的政策导向及对不同企业的政策工具选择，因此有必要对低碳转型的异质性进行分析。

1. 基于要素密集度的异质性分析。首先，将样本划分为高劳动密集型企业 and 低劳动密集型企业，对比考察低碳转型对二者劳动收入份额的影响；其次，将样本划分为高技能密集型企业 and 低技能密集型企业，对比考察低碳转型对二者技能溢价水平的影响。表 3 列(1)和列(2)显示，低碳转型对两类企业劳动收入份额的影响均显著为正，且两组回归系数间不存在显著差异。列(3)和列(4)显示，低碳转型对高技能密集型企业技能溢价水平的影响显著为负，但对低技能密集型企业的影响不显著，这说明低碳转型在更大程度上降低了高技能密集企业的技能溢价水平，但对低技能密集企业的作用甚微。

表 3 低碳转型对要素收入分配格局的异质性影响：要素密集度

变量	lnls		lnspil	
	高劳动密集型企业 (1)	低劳动密集型企业 (2)	高技能密集型企业 (3)	低技能密集型企业 (4)
<i>Regu</i> × <i>post</i>	0.283** (0.118)	0.293** (0.098)	-7.667*** (2.300)	-0.758 (1.626)
控制变量	控制	控制	控制	控制
企业固定效应	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是
观测值	4445	4477	3835	5055
调整后的 R^2	0.837	0.752	0.629	0.579
组间回归系数 差异性检验	$Chi2(1)=0.00$ $Prob.>Chi2=0.946$		$Chi2(1)=6.32$ $Prob.>Chi2=0.012$	

2. 基于节能目标强度的异质性分析。以企业节能减排目标强度中位数为分界点，将样本划分为高节能目标企业和低节能目标企业，对比考察低碳转型对二者的要素收入分配格局的影响。表 4 列(1)和列(2)显示，低碳转型对两类企业劳动收入份额的影响均显著为正，且两组回归系数间不存在显著差异。列(3)和列(4)显示，低碳转型对低节能目标企业技能溢价水平的影响显著为负，对高节能目标企业的影响不显著，这说明低碳转型在更大程度上降低了低节能目标企业的技能溢价水平，但对高节能目标企业的作用不大。

3. 基于股权性质的异质性分析。按股权性质差别将样本划分为国有企业和非国有企业，对比考察低碳转型对二者要素收入分配格局的影响。表 5 列(1)和列(2)显示，低碳转型对两类企业劳动收入份额的影响均显著为正，且两组回归系数间不存在显著差异。列(3)和列(4)显示，

低碳转型对国有企业技能溢价水平的影响显著为负,但对非国有企业的影响不显著,这说明低碳转型在更大程度上降低了国有企业的技能溢价水平,但对非国有企业的作用不大。

表 4 低碳转型对要素收入分配格局的异质性影响:节能目标强度

变量	lnls		lnspil	
	高节能目标企业 (1)	低节能目标企业 (2)	高节能目标企业 (3)	低节能目标企业 (4)
<i>Regu</i> × <i>post</i>	0.264*** (0.084)	0.695* (0.400)	-0.546 (1.556)	-10.255*** (4.209)
控制变量	控制	控制	控制	控制
企业固定效应	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是
观测值	4415	4468	4415	4468
调整后的 R^2	0.812	0.782	0.597	0.527
组间回归系数 差异性检验	$Chi2(1)=1.12$ $Prob.>Chi2=0.290$		$Chi2(1)=8.26$ $Prob.>Chi2=0.004$	

表 5 低碳转型对要素收入分配格局的异质性影响:股权性质

变量	lnls		lnspil	
	国有企业 (1)	非国有企业 (2)	国有企业 (3)	非国有企业 (4)
<i>Regu</i> × <i>post</i>	0.276*** (0.097)	0.324** (0.123)	-6.081*** (1.610)	-0.847 (2.543)
控制变量	控制	控制	控制	控制
企业固定效应	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是
观测值	4181	4888	4181	4888
调整后的 R^2	0.788	0.796	0.558	0.564
组间回归系数 差异性检验	$Chi2(1)=0.10$ $Prob.>Chi2=0.757$		$Chi2(1)=3.04$ $Prob.>Chi2=0.081$	

七、基本结论与政策启示

本文首先构建了两部门一般均衡模型,从低碳转型影响劳动收入份额和技能溢价水平两个方面,理论演绎了低碳转型的要素收入分配效应及其作用机理;进而基于 2007—2015 年中国 A 股上市公司数据,以《万家企业节能低碳行动实施方案》为准自然实验,采用连续双重差分法对理论结果进行实证检验。研究发现:低碳转型主要通过改变技术进步偏向而优化要素收入分配格局。一方面,低碳转型能通过引发劳动偏向型技术进步而提高劳动收入份额,从而缓解劳资要素收入分配失衡;另一方面,低碳转型能通过引发低技能偏向型技术进步而降低技能溢价水平,从而缓解劳动者内部收入分配失衡。进一步分析发现,低碳转型对技能溢价水平的影响存在企业特征异质性,其更大程度上降低了高技能密集型企业、低节能目标企业和国有企业的技能溢价水平。

本文的研究结果具有以下三方面政策含义。第一,坚持推进低碳转型,强化顶层设计和政策引导。自 20 世纪 90 年代起,“绿色转型公正性”议题开始进入公众视野,绿色行业对传统高耗能行业的持续挤压,可能导致依赖这些行业的工人和社区面临失业、待遇降低和社会地位丧

失问题，进而对社会收入分配公平造成负面影响。然而本文基于中国情景的研究发现，低碳转型不仅没有导致收入分配的公正性丧失，反而缓解了劳资要素和劳动者内部的收入分配失衡问题，可以成为我国实现“绿色发展”与“共同富裕”两大目标的重要政策抓手。因此，未来需要坚持绿色低碳发展理念不动摇，加快全面绿色低碳循环发展经济体系的顶层设计，进一步明确低碳转型的目标、路径和政策措施；构建公平开放、有效竞争的能源市场体系，通过碳交易、排污权交易和绿电证书交易等手段为绿色低碳发展建立更高质量的价格信号体系；建立能源转型评价机制，监测重点企业能耗强度、化石能源消费量、可再生能源消费比重等指标，构建全面、系统、长效的企业低碳转型激励机制。第二，合理引导技术进步偏向，提升中低技能劳动力边际效率。本文发现，低碳转型主要通过引发劳动偏向型技术进步和低技能偏向型技术进步，从而优化要素收入分配格局。因此，要重视发展偏向于相应生产要素的技术进步模式，通过教育、培训和劳动市场政策手段提高中低技能劳动力素质和边际产出，从而畅通低碳转型对要素收入分配格局的作用渠道。从提升劳动者素质的角度来看，要加强职业技能教育和终身学习体系建设，提高劳动力市场的灵活性和适应性，使劳动者掌握前沿技术；提供定期和针对性的职业技能培训，对劳动者的技能需求进行分析调研，帮助劳动者掌握最新的工作技能和知识。从引导技术进步偏向的角度来看，可以通过提供税收减免、财政补贴和低息贷款等直接经济激励手段来降低企业研究和开发劳动偏向型技术的门槛和风险；建立风险分担机制、创新基金、技术支持咨询服务平台和技术共享平台，激励企业采纳并应用劳动偏向型技术和低技能偏向型技术，促进企业间的相关知识交流和技术合作。第三，根据企业特征分类施策，精准选择低碳政策及其执行工具。本研究揭示了低碳转型对特定类型企业的技能溢价水平具有显著的抑制作用。因此地方政府、决策机构和行业政策制定者需深入理解低碳转型影响技能溢价水平的企业异质性特征，为关键行业和标杆企业营造有利的低碳转型发展环境，为整体优化要素收入分配格局提供可借鉴的范例。具体而言，对于高技能密集型企业而言，应当充分利用其高技能人才的知识溢出效应，鼓励构建企业内部人才流动机制，促进企业低碳转型相关知识和技能的内部共享；同时支持搭建企业间的技术交流合作平台，推动低碳技术、工艺流程和管理经验的交流与合作。对于高节能目标企业和资本密集型的国有企业，应继续落实强有力的环境规制措施，推动企业制定清晰的碳达峰行动计划、时间节点和实施路径，倒逼企业淘汰落后产能并发展绿色技术创新，迫使企业重新审视并调整其劳资结构；同时，政府应给予相关企业适当的环保补助和低碳转型专项补贴，帮助企业快速实现生产设备绿色升级，充分发挥低碳转型对其技能溢价水平的抑制作用，从而优化要素收入分配格局。

参考文献：

- [1]范贤贤, 郭平. 低碳城市试点政策对城市经济高质量发展的影响[J]. 经济经纬, 2023, (4): 3-14.
- [2]范源源, 李建军. 绿色信贷政策对劳动收入份额的影响研究——基于人力资源与信贷资源再配置视角[J]. 经济评论, 2022, (3): 22-38.
- [3]郭凯明, 王钰冰, 颜色. 劳动力市场性别差距、生产结构转型与人口增长转变[J]. 金融研究, 2023, (1): 21-38.
- [4]何兴邦. 环境规制与城镇居民收入不平等——基于异质型规制工具的视角[J]. 财经论丛, 2019, (6): 104-112.
- [5]黄庆华, 潘婷, 胡江峰. 环境约束下中国工业技术进步方向识别及影响因素[J]. 中国人口·资源与环境, 2022, (6): 123-135.
- [6]李海燕, 王群勇, 陆凤芝. 数字经济如何影响工业碳生产率——基于技术进步偏向视角[J]. 财经科学, 2024, (8): 116-134.

- [7]宋弘, 孙雅洁, 陈登科. 政府空气污染治理效应评估——来自中国“低碳城市”建设的经验研究[J]. *管理世界*, 2019, (6): 95-108.
- [8]陶爱萍, 孙鑫, 蒯鹏. 环境规制对劳动者工资收入差距的影响——基于技能溢价视角的研究[J]. *经济与管理评论*, 2022, (3): 102-115.
- [9]王锋, 葛星. 低碳转型冲击就业吗——来自低碳城市试点的经验证据[J]. *中国工业经济*, 2022, (5): 81-99.
- [10]王勇, 陈诗一, 朱欢. 新结构经济学视角下产业结构的绿色转型: 事实、逻辑与展望[J]. *经济评论*, 2022, (4): 59-75.
- [11]徐枫, 潘麒, 汪亚楠. “双碳”目标下绿色低碳转型对企业盈利能力的影响研究[J]. *宏观经济研究*, 2022, (1): 161-175.
- [12]徐佳, 崔静波. 低碳城市和企业绿色技术创新[J]. *中国工业经济*, 2020, (12): 178-196.
- [13]许家云, 毛其淋. 互联网如何影响了中国制造业就业?[J]. *经济学(季刊)*, 2023, (4): 1408-1423.
- [14]余东华, 孙婷. 环境规制、技能溢价与制造业国际竞争力[J]. *中国工业经济*, 2017, (5): 35-53.
- [15]张军涛, 翟婧彤, 贾宾. 城市规模与人力资本技能溢价: 集聚效应和选择效应[J]. *统计研究*, 2021, (2): 73-86.
- [16]周亚虹, 杨岚, 姜帅帅. 约束性碳减排与就业——基于企业和地区劳动力变化的考察[J]. *经济研究*, 2023, (7): 104-120.
- [17]Acemoglu D, Aghion P, Bursztyn L, et al. The environment and directed technical change[J]. *American Economic Review*, 2012, 102(1): 131-166.
- [18]Acemoglu D. Directed technical change[J]. *The Review of Economic Studies*, 2002, 69(4): 781-809.
- [19]Akerman A, Gaarder I, Mogstad M. The skill complementarity of broadband internet[J]. *The Quarterly Journal of Economics*, 2015, 130(4): 1781-1824.
- [20]Balleer A, Van Rens T. Skill-biased technological change and the business cycle[J]. *The Review of Economics and Statistics*, 2013, 95(4): 1222-1237.
- [21]Fullerton D, Heutel G. The general equilibrium incidence of environmental taxes[J]. *Journal of Public Economics*, 2007, 91(3-4): 571-591.
- [22]Herrendorf B, Rogerson R, Valentinyi Á. Growth and structural transformation[J]. *Handbook of Economic Growth*, 2014, 2: 855-941.
- [23]Hicks J R. The theory of wages[M]. London: Palgrave Macmillan, 1963.
- [24]Huang Y Y, Zhao J, Lan J J. Environmental regulation, abatement strategy, and labor income share[J]. *Frontiers in Environmental Science*, 2022, 10: 965963.
- [25]Liu Q Z, Li R K. Cities' low-carbon transformation and labor income share of companies: Evidence from the low-carbon city pilot program in China[J]. *Environmental Science and Pollution Research*, 2023, 30(47): 104672-104686.
- [26]Qin M, Fan L f, Li J, et al. The income distribution effects of environmental regulation in China: The case of binding SO₂ reduction targets[J]. *Journal of Asian Economics*, 2021, 73: 101272.
- [27]Van Hoang T H, Pham L, Nguyen T T P. Does country sustainability improve firm ESG reporting transparency? The moderating role of firm industry and CSR engagement[J]. *Economic Modelling*, 2023, 125: 106351.
- [28]Weber W L, Domazlicky B R. Total factor productivity growth in manufacturing: A regional approach using linear programming[J]. *Regional Science and Urban Economics*, 1999, 29(1): 105-122.
- [29]Yao W Y, Zhang Y, Ma J W, et al. Does environmental regulation affect capital-labor ratio of manufacturing enterprises: Evidence from China[J]. *International Review of Financial Analysis*, 2023, 86: 102485.
- [30]Yu F, Zheng S L, Zheng S H, et al. Does carbon ETS affect the distribution of labor's slice of the factor income pie? From the low carbon transition perspective[J]. *Energy Economics*, 2024, 134: 107569.
- [31]Zheng J J, Shao X F, Liu W, et al. The impact of the pilot program on industrial structure upgrading in low-carbon cities[J]. *Journal of Cleaner Production*, 2021, 290: 125868.

How does Low-carbon Transition Affect the Pattern of Factor Income Distribution? An Explanation Based on a Technological Progress Bias Perspective

Li Tingting¹, Zhang Wenqing², Dong Jingrong³

(1. Business School, Beijing Normal University, Beijing 100875, China; 2. School of Economics and Business Administration, Chongqing University, Chongqing 400044, China; 3. School of Economics and Management, Chongqing Normal University, Chongqing 401331, China)

Summary: Common prosperity is a critical strategic goal for China, and improving factor income distribution is a pivotal pathway to achieving this goal. As a broad and profound systemic transformation, low-carbon transition encompasses multiple dimensions, including the economy, society, industry, and technology, which will inevitably exert a significant impact on the pattern of factor income distribution. Against this backdrop, it is essential to explore whether China's low-carbon transition will help improve the pattern of factor income distribution? If so, what is the underlying mechanism? Are there notable differences in this impact across various enterprises, industries, and sectors? To address these questions, this paper first constructs a two-sector general equilibrium model to theoretically analyze the impact of low-carbon transition on the pattern of factor income distribution and its mechanism. Furthermore, taking the "Implementation Plan for Energy Conservation and Low-carbon Actions of Ten Thousand Enterprises" as a quasi-natural experiment, it employs the continuous DID method to empirically validate the theoretical findings. The study reveals that low-carbon transition primarily optimizes the pattern of factor income distribution by altering technological progress bias. On the one hand, low-carbon transition enhances the share of labor income through labor-biased technological progress, thereby alleviating the imbalance between labor and capital factor income. On the other hand, it reduces the skill premium level via low-skill-biased technological progress, thus mitigating income inequality among workers. Moreover, the impact of low-carbon transition on the skill premium level exhibits heterogeneity based on enterprise characteristics, which to a greater extent reduces the skill premium level in high-skill-intensive enterprises, enterprises with lower energy conservation targets, and state-owned enterprises. The study recommends that the government should continue to promote low-carbon transition, strengthen top-level design and policy guidance, and reasonably steer the bias of technological progress. It also suggests improving the marginal efficiency of low- and medium-skilled labor, reinforcing vocational skills education and lifelong learning systems, and implementing targeted policies tailored to enterprise characteristics to foster a conducive development environment for integrating the goals of low-carbon transition and common prosperity. This paper provides valuable insights into the coordinated achievement of Chinese-style modernization goals, namely "harmonious coexistence between man and nature" and "common prosperity for all".

Key words: low-carbon transition; pattern of factor income distribution; technological progress bias; share of labor income; skill premium

(责任编辑 石 慧)