

中国制造业服务化的绿色福利效应研究

——基于污染改善与环境 TFP 双重视角

许冬兰, 张新阔

摘 要: 实现人人拥有充分的绿色福利, 是中国经济高质量发展的重要体现。作为制造业转型升级的重要支点, 能否通过制造业服务化推动绿色福利的提升呢? 为此, 文章采用 2000—2014 年中国 17 个制造业面板数据, 借助熵值法和动态 DEA-EBM-Malmquist 指数测算污染和环境 TFP 双维度的绿色福利指标, 然后运用系统 GMM 和中介效应模型探讨了制造业服务化对绿色福利的影响及其作用机制。研究发现: (1) 污染改善和环境 TFP 双重视角下, 制造业服务化均能促进绿色福利提升。其中, 规模效率、技术进步及环境改善的作用为正, 而纯技术效率为 U 型关系; 此外, 制造业转型升级在两者间起中介作用。(2) 制造业服务化的绿色福利效应存在异质性: 污染密集型行业的效应大于清洁型行业, 而国外服务投入的效应大于国内服务投入。(3) 劳动生产率对绿色福利的影响为正, 而所有制结构的影响为负, 能源效率和环境规制则存在 U 型关系。

关键词: 绿色福利; 制造业服务化; 污染改善; 环境全要素生产率; 制造业转型升级

中图分类号: F424.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1671-0169(2021)04-0056-17

DOI:10.16493/j.cnki.42-1627/c.2021.04.006

一、引 言

经过长期高速的经济增长, 中国社会主要矛盾已然发生转化, 提升绿色福利、建设美丽中国逐渐成为满足人民美好生活需要的重要体现^[1]。一直以来, 中国经济增长奇迹的背后是自然资源的耗竭与生态环境的牺牲, 尤其在制造业领域, “高投入、高消耗、高排放”的粗放型增长模式长期占据主导地位, 导致环境污染、资源匮乏、生态恶化等诸多问题, 严重影响着人们的健康和生活, 削弱了中国的绿色福利水平。为加快推进美丽中国建设, 制造业亟待从粗放型发展向低消耗、低污染的绿色集约型发展转变。在此背景下, 作为制造业转型升级的重要支点, 制造业服务化日益成为国内制造业结构性调整的重要方向^[2], 《中国制造 2025》明确提出“促进生产型制造向服务型制造转变”的战略任务和部署。那么, 制造业服务化和绿色福利之间是否存在某种深层次的内在逻辑关系? 其影响机制是什么? 如何在制造业服务化背景下全面提升中国绿色福利水平? 这些问题的回答对制造业转型升级和美丽中国建设具有重要的现实意义。

对于“绿色福利”, 目前学界尚未有统一的概念界定, 本文尝试从狭义和广义两个层面对其进

基金项目: 教育部人文社会科学规划基金项目“全球价值链嵌入对中国低碳全要素生产率的影响机制及提升路径研究”(16YJA790055)

作者简介: 许冬兰, 经济学博士, 中国海洋大学经济学院副教授, xudonglan2007@ouc.edu.cn (山东 青岛 266100); 张新阔, 中国海洋大学经济学院研究生

行内涵界定。狭义绿色福利是指因资源利用率提升和污染排放减少,而带来的环境质量改善程度;而广义绿色福利是指绿色发展模式下多层次多样化的福利,是同时考虑绿色化和民生经济的福利指标。本文将具体界定为由绿色发展模式所带来的经济产出与环境质量的提升水平,即实现经济和环境双赢的程度。

关于相关的国内外文献,可从三个层面考察。一是绿色福利的测度。主要有两种方法:一种是仅考虑环境因素,且基于促进生态改善的思路,将环境治理、资源损耗和污染排放纳入指标体系,测算中国的绿色福利绩效^{[3][4]};另一种则从多维度视角出发,在第一种方法的基础上,加入经济增长和社会民生(如教育、健康等)等因素,并借助数据包络分析法,测算综合性的绿色福利指标^{[1][5]}。二是制造业服务化与环境污染的关联研究。多数研究认为服务化使企业更加重视产品的维护与升级,由此使产品损耗降低和回收效率提高,进而减少废弃物排放^{[6][7][8]};此外,知识密集型服务的投入将带来大量技术、人才等高级要素,有助于制造业降低资源依赖、减少污染排放^{[9][10]}。但也有研究主张两者存在 U 型关系,认为服务化初期,大量购买服务会挤占生产性投资,促使企业为维持原有利润水平保留低投资的高污染环节,从而加剧了环境污染;而随着服务化水平提高,技术溢出逐渐增强,有助于企业加大对高污染环节的技术改造,减少资源消耗,从而降低污染强度^[11]。三是制造业服务化与全要素生产率(Total Factor Productivity, TFP)的关联研究。有三种不同的观点:(1)制造业服务化与 TFP 存在正向关系。认为高质量的服务投入能够提升企业人力资本水平,增强研发能力,带动技术进步,从而推动 TFP 提升^[12]。(2)制造业服务化与 TFP 存在负向关系。企业向服务型制造转变,会面临运作效率下降、管理难度加大等障碍,使其经营能力受限,管理效率难以提升,进而导致技术效率下降,阻碍 TFP 增长^{[13][14]}。(3)制造业服务化与 TFP 具有非线性关系。研究认为,一方面,大量服务投入容易挤占生产性投资,不利于企业扩大再生产,从而导致规模效率下降,阻碍 TFP 进步;但另一方面,技术密集型服务投入带来的丰富技术溢出又会促进企业技术进步,进而带动 TFP 增长。因此,综合考虑制造业服务化对 TFP 的不同影响,两者间可能不是简单的线性关系,而是 U 型、倒 U 型或 N 型等非线性关系^{[15][16][17][18]}。

综上,目前制造业服务化与环境污染及单纯的全要素生产率的关联研究成果已经较为丰富,但鲜有文献从污染改善和环境 TFP 双重视角考察绿色福利水平,也没有将绿色福利与制造业服务化纳入统一的分析框架,更少有深入探究两者间的内在机制。因此,本文试图从以下三方面进行拓展和创新:(1)构建双维度绿色福利评价指标,力求更加科学全面地测度中国绿色福利水平。具体地,一是采用熵值法测算各制造业行业的环境污染综合指数,从环境污染的角度评价中国绿色福利水平;二是采用动态 DEA-EBM-Malmquist 指数测算各制造业行业的环境 TFP 指数,从环境 TFP 的角度评价中国绿色福利水平。(2)将制造业服务化、狭义和广义绿色福利概念统一到一个理论分析框架里,并深入剖析制造业服务化影响绿色福利的内在传导机制和可行路径,同时也针对制造业转型升级在两者间是否起中介作用进行机制检验。(3)从污染密集度和服务投入来源两个视角,考察制造业服务化对绿色福利可能存在的异质性影响,使两者间的关联研究更加完整。

二、理论分析与假设提出

(一) 制造业服务化影响绿色福利的理论分析:污染改善视角

制造业服务化对污染改善的推动作用主要源于技术创新效应和价值链升级效应。从技术创新效应视角看,生产性服务业涵盖了信息通信、研发设计等大量技术密集型服务产业。制造业企业实施服务化战略,增加大批服务投入,能够推动两者建立紧密的产业关联机制和信任合作关系,有利于实现知识资本和人力资本的大规模流动^[19],为企业技术创新奠定坚实基础,从而增强创新能力,

带动技术进步。根据内生增长理论,技术进步有利于企业设备更新和工艺升级,提高资源利用率,降低生产活动的资源投入强度,从而减少污染排放,推动污染改善^[20]。从价值链升级效应视角看,高质量生产性服务投入带来的先进知识、技术等要素融入制造业的价值创造活动,能够显著提升产品的技术复杂度^[21],增强企业的价值增值能力,形成具有高附加值特征的产品开发体系,有助于驱动企业价值链重构,逐渐向更高环节攀升,减少高污染、高排放的低端生产,从而建立更加清洁的生产运营体系^[22],实现环境的改善。

据此,提出理论假设 1:制造业服务化能够发挥技术创新和价值链升级效应,驱动清洁生产,促进环境改善,进而提升中国绿色福利水平。

(二) 制造业服务化影响绿色福利的理论分析:环境 TFP 视角

本文将从环境 TFP 的四个分解项:规模效率、技术进步、纯技术效率及环境改善来剖析制造业服务化对环境 TFP 的内在影响机理。

1. 规模效率效应。规模效率是指由生产规模调整引起的效率变动。当存在规模经济时,规模效率随规模的扩大而提升。制造业服务化能够推动专业化分工和成本节约,有助于企业扩大生产规模,提高规模效率。从专业化分工层面来看,依据比较优势理论,制造业企业将相对劣势的服务业务外包,缩减服务部门规模,深化了专业化分工,有利于重新整合资源,将更多优质要素向核心制造环节集中,强化自身比较优势,提高生产效率^{[23][24]},从而激励企业扩大生产规模,获得规模效益,带动规模效率提升。从成本节约层面来看,专业的生产性服务投入有利于企业生产管理,增强对产、供、销各环节的控制,减少成本支出。如信息通信服务有助于加强部门管理,疏通信息拥塞,降低沟通成本^[21];分销服务提供的精准市场信息有助于灵活控制产品库存,降低仓储成本^[25]。而成本节约有利于企业腾出更多资金扩大经营规模,产生规模经济,从而提高规模效率。而规模效率提升意味着生产规模更接近最优水平,有助于改善资源配置,释放要素潜力,从而提高环境 TFP 水平。

据此,提出理论假设 2:制造业服务化带来的专业化分工和成本节约效应有助于产生规模经济,改善规模效率,进而促进环境 TFP 增长,提升中国绿色福利水平。

2. 技术进步效应。技术进步指生产前沿面向外移动,即在不变的生产投入组合下,由技术带动而实现的产出增长。制造业服务化主要通过学习效应和融资支持来增强企业创新能力,推动技术进步。首先,知识技术密集型的服务投入为制造业企业提供了学习机会。服务化能够促进制造业与生产性服务业深度融合,构建稳定的研发合作机制^[19],有利于提高技术人员之间正式与非正式交流的频率,从而加快有关技术研发的经验、诀窍等隐性知识的传播和扩散^[26],便于制造业企业学习更多新思想和新方法,从而推动生产技术革新,实现技术进步。其次,金融服务投入能够缓解企业研发融资约束,保障研发活动的连续性,推动技术进步。由于企业内部融资规模有限且易受生产性投资挤压,研发融资的稳定性较差,容易导致研发效率不足。因此,金融服务投入有助于扩大企业融资规模,稳定资金来源,使研发活动能够长期推进^[27],催生更多创新成果,实现技术进步。而技术进步将支持企业使用更多的新材料和新设备,采用更先进的生产方式来提高要素的产出效率,从而推动环境 TFP 增长。

据此,提出理论假设 3:制造业服务化有助于提升企业创新能力和研发活动效率,带来技术进步效应,进而推动环境 TFP 增长,提升中国绿色福利水平。

3. 纯技术效率效应。纯技术效率表示要素使用效率的情况,反映了现有技术潜能的释放程度。制造业服务化对纯技术效率的影响可能存在相反的表现:盲目引入大量生产性服务,可能会加大制造业企业的管理难度^[13],导致管理水平下降,进而引起资源错配,抑制纯技术效率的提升;但与提供高端生产性服务的企业合作,有利于制造业企业学习先进管理技能,引进高水平的管理人才,

从而增强管理能力, 提高资源配置水平, 改善纯技术效率。

在服务化转型初期, 制造业企业需要通过设立新部门、人员重组等方式进行组织变革, 支撑服务化战略的实施^[28]。因此, 大量服务投入引发的人力和资金需求挤占了生产性资源, 打破了企业原来的生产平衡, 再加上生产体系难以及时调整, 可能会降低运作效率, 增加企业管理难度^[15], 不利于资源合理配置, 从而对纯技术效率产生抑制作用。但随着服务化程度加深, 制造业企业驾驭高端生产性服务的能力增强, 管理人才的流入和经验学习均能提升企业管理水平^[12], 有助于建立更高效的组织结构, 提高运作效率, 从而科学调配各类要素, 优化资源配置, 推动纯技术效率提升。而纯技术效率的提高能够改善企业对生产要素的配置能力和利用效率, 发挥生产技术对产出增长的推动作用, 促进环境 TFP 提升。

据此, 提出理论假设 4: 受服务化水平和管理能力大小的影响, 制造业服务化与纯技术效率可能存在 U 型关系, 而后者对环境 TFP 具有正向推动作用。故制造业服务化通过纯技术效率效应影响环境 TFP 可能表现为 U 型关系。

4. 环境改善效应。环境改善是指由资源利用率提高或污染排放减少带来的环境质量的提升。制造业服务化有助于企业获取先进技术并优化要素结构, 减少污染排放, 改善环境质量。首先, 根据新贸易理论, 国际贸易是获取技术转移的重要渠道, 所以高质量的生产性服务进口能够带来大量前沿的国外技术。制造业企业在“干中学”过程中将溢出技术融入生产运营体系, 推动设备更新和工艺升级, 能够增强精益生产能力, 提高生产效率, 从而降低单位产出的资源消耗^[29], 减少污染排放, 促进环境改善。其次, 制造业服务化能够推动企业要素结构优化, 降低资源依赖, 改善生态环境。生产性服务业为制造业企业导入大量知识、技术等高级要素^[24], 能够对实物要素产生替代效应^[10], 优化要素投入结构, 有助于驱动企业向技术密集的生产方式过渡, 降低自然资源投入, 从而缩减高消耗、高污染部门的规模, 实现环境的改善。而环境改善意味着污染排放水平的下降, 有助于推动环境 TFP 增长。

据此, 提出理论假设 5: 制造业服务化带来的技术溢出和要素替代效应有助于减少污染排放, 产生环境改善效应, 进而推动环境 TFP 增长, 提升中国绿色福利水平。

图 1 展示了制造业服务化影响绿色福利的内在机理。

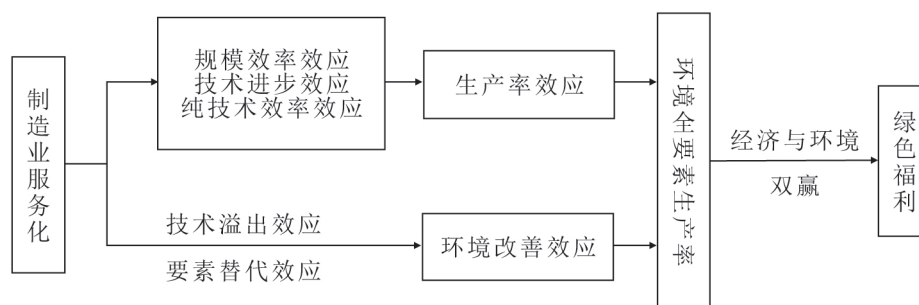


图 1 制造业服务化影响绿色福利的内在机理图

三、模型介绍、变量与数据说明

(一) 模型介绍

1. 动态 DEA-EBM-Malmquist 指数。借鉴许冬兰等^[30]的研究, 采用动态 DEA-EBM-Malmquist 指数测算环境 TFP 指数, 首先将其分解为规模效率指数 (SEC)、技术进步指数 (TC) 和技术效

率指数 (TEC)，然后将技术效率指数进一步分解成纯技术效率指数 (PTEC) 与环境改善指数 (EC)。具体分解方法如下：

$$M(x^{t+1}, z^t, y^{t+1}, y_b^{t+1}, z^{t+1}, x^t, z^{t-1}, y^t, y_b^t, z^t) = \frac{D_v^{t+1}(x^{t+1}, z^t, y^{t+1}, y_b^{t+1}, z^{t+1})}{D_v^t(x^t, z^{t-1}, y^t, y_b^t, z^t)} \times \left[\frac{D_v^t(x^{t+1}, z^t, y^{t+1}, y_b^{t+1}, z^{t+1})}{D_v^{t+1}(x^{t+1}, z^t, y^{t+1}, y_b^{t+1}, z^{t+1})} \times \frac{D_v^t(x^t, z^{t-1}, y^t, y_b^t, z^t)}{D_v^{t+1}(x^t, z^{t-1}, y^t, y_b^t, z^t)} \right]^{\frac{1}{2}} \times \left[\frac{D_c^t(x^{t+1}, z^t, y^{t+1}, y_b^{t+1}, z^{t+1})}{D_c^t(x^t, z^{t-1}, y^t, y_b^t, z^t)} \times \frac{D_c^{t+1}(x^{t+1}, z^t, y^{t+1}, y_b^{t+1}, z^{t+1})}{D_c^{t+1}(x^t, z^{t-1}, y^t, y_b^t, z^t)} \right]^{\frac{1}{2}} \times \left[\frac{D_v^t(x^{t+1}, z^t, y^{t+1}, y_b^{t+1}, z^{t+1})}{D_v^t(x^t, z^{t-1}, y^t, y_b^t, z^t)} \times \frac{D_v^{t+1}(x^{t+1}, z^t, y^{t+1}, y_b^{t+1}, z^{t+1})}{D_v^{t+1}(x^t, z^{t-1}, y^t, y_b^t, z^t)} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

$$TEC = \frac{D_v^{t+1}(x^{t+1}, z^t, y^{t+1}, z^{t+1})}{D_v^t(x^t, z^{t-1}, y^t, z^t)} \times \left[\frac{D_v^{t+1}(x^{t+1}, z^t, y^{t+1}, y_b^{t+1}, z^{t+1})}{D_v^t(x^t, z^{t-1}, y^t, y_b^t, z^t)} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (2)$$

其中， x 代表投入要素， y 代表产出要素， y_b 代表环境负产出要素， z 代表动态要素。下标 c 表示规模报酬不变， v 为规模报酬可变。

2. 跨国投入产出模型。借鉴戴翔^[2]的方法，采用贸易增加值法测度制造业服务化水平。

首先，建立跨国投入产出模型，将一国出口内涵增加值的来源分解如下：

$$TV = \begin{bmatrix} TV_{11} & \cdots & TV_{1N} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ TV_{N1} & \cdots & TV_{NN} \end{bmatrix} = VBE = \begin{bmatrix} v_1 & \cdots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & v_N \end{bmatrix} \begin{bmatrix} B_{11} & \cdots & B_{1N} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ B_{N1} & \cdots & B_{NN} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} E_1 & \cdots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & E_N \end{bmatrix} \quad (3)$$

其中， TV 为出口贸易增加值矩阵， TV_{rr} 表示国家 r 出口增加值中由本国创造的部分， TV_{tr} ($t \neq r$) 表示国家 r 出口增加值中源于他国创造的部分； V 为多国增加值率矩阵； B 为里昂惕夫逆矩阵； E 为多国出口总量矩阵。

然后，构造制造业服务化测算公式如下：

$$SER_i = \sum_{c=1}^N \sum_{j=1}^S V_{cj} B_{(cj)i} E_i / E_i \quad (4)$$

其中， i 为制造业， j 为服务业， c 为国家， V_{cj} 为 c 国 j 服务业的增加值率， $B_{(cj)i}$ 为制造业 i 来自 c 国 j 服务业的投入， E_i 为制造业 i 的出口总量。

3. 计量模型。考虑到变量的经济惯性，以及可能存在的遗漏变量导致的内生性问题，本文将滞后一期的环境污染、环境 TFP 作为解释变量引入回归方程，构建动态面板模型，并采用系统 GMM 方法进行估计，考察制造业服务化的绿色福利效应。

$$GW_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 GW_{i(t-1)} + \alpha_2 SER_{it} + \delta_1 X_{it} + \epsilon_{it} \quad (5)$$

其中， i 表示制造业， t 表示时期， ϵ_{it} 是随机扰动项， SER_{it} 表示制造业服务化， GW_{it} 表示绿色福利，包括环境污染 (P) 和环境 TFP ($ETFP$)， X_{it} 表示控制变量。

(二) 变量与数据说明

1. 被解释变量。

(1) 环境污染 (P)：为综合反映制造业的污染情况，选取“三废”排放数据。考虑到近年来中国 CO_2 和 SO_2 的减排压力较大，故用这两者代表废气排放水平。因此，最终选取 CO_2 、 SO_2 、废水和固体废物四项污染物指标，并采用熵值法测算 17 个制造业行业的环境污染综合指数。其中，

CO₂ 采用 IPCC (2006) 提供的公式^①计算得到。

(2) 环境全要素生产率 (ETFP): 参考李玲等^[31]的做法, 将工业“三废”和能源消耗纳入核算框架, 计算 17 个制造业行业的环境 TFP。

投入指标: 劳动投入采用各行业全部从业人员平均人数 (万人); 能源投入采用各行业能源消费总量 (万吨标准煤)。

产出指标: 期望产出采用各行业总产值^② (亿元); 非期望产出采用 CO₂、SO₂、废水和固体废物排放量 (吨)。

动态要素: 借鉴 Tone 等^[32], 采用固定资产投资 (亿元) 为动态要素, 并将上一年数据作为投入要素, 本年数据作为产出要素。

此外, 通过累乘的方式将环境 TFP 及其分解项化为以 2000 年为基期的绝对量。

2. 主要解释变量。制造业服务化 (SER): 从贸易增加值角度, 以制造业出口内涵服务增加值的比重衡量。所用数据为 WIOD (2016) 数据库提供的 2000—2014 年数据^③。参考王向进^[33]的做法, 将 WIOD (2016) 数据库中 19 个制造业与 GB/T4754-2002 分类标准中的 29 个制造业^④进行对比合并, 最终得到 17 个制造业行业^⑤。

3. 控制变量。(1) 外商直接投资 (FDI): 借鉴王岚^[16], 用外商投资和港澳台投资制造业产值占总产值的比重衡量。FDI 的技术溢出有助于提升企业的清洁生产水平, 减少污染排放。(2) 行业规模 (S): 采用各行业产值与总产值的比值表示。粗放型发展模式下的规模扩张会引致大量资源消耗, 加剧污染排放。(3) 环境规制 (ER): 借鉴许冬兰等^[34], 用废水和废气治理运行费用占制造业总产值的比重表示。环境规制迫使企业增加治污支出、减少污染排放的同时, 也会加重其成本负担, 阻碍生产率进步。(4) 研发投入 (RD): 用各行业 R&D 经费内部支出占制造业总产值的比重表示。研发投入能够影响企业的清洁技术水平, 进而影响其污染强度。(5) 能源效率 (EP): 借鉴李玲等^[31], 用各行业产值与能源消耗量之比表示。能源效率反映了行业能源利用率和生产技术水平, 此指标提高有利于环境 TFP 进步。(6) 劳动生产率 (LP): 用各行业产值与全部从业人员平均人数之比表示。这一指标能够反映行业技术和劳动力素质状况, 其进步有利于环境 TFP 增长。(7) 所有制结构 (OS): 用国有及国有控股制造业产值占总产值的比重衡量, 其合理性直接影响行业的投资效率和资源配置, 进而影响环境 TFP。

所用数据均来源于《中国环境统计年鉴》《中国环境年鉴》《中国经济普查年鉴》《中国统计年鉴》《中国工业统计年鉴》《中国能源统计年鉴》《中国科技统计年鉴》及 WIOD (2016) 数据库, 部分缺失数据采用线性插值法补齐。

4. 变量的描述性统计。本文选取 2000—2014 年^⑥中国 17 个制造业行业面板数据, 并参考陈诗一^[35]的方法, 统一数据口径, 同时对所有含价格因素的变量均以 2000 年为基期进行平减。现列出各变量的描述性统计情况 (如表 1 所示)。

① 具体可参见刘传江等 (2017)。

② 由于 2012 年后《中国工业统计年鉴》不再公布工业总产值数据, 本文利用销售产值除产品销售率得到 2012 年各行业总产值, 利用 2001—2012 年各行业总产值平均增长率推算得到 2013—2014 年数据。

③ 选取的制造业为 C5—C23, 服务业为 C28—C56。

④ 鉴于数据的完整性, 未包括废弃资源和废旧材料回收加工业。

⑤ 对 2000—2002 年、2012—2014 年制造业行业归类方法类似, 具体结果不再列出, 感兴趣的读者可向作者索要。

⑥ 限于 WIOD 数据库的最新数据仅至 2014 年, 故本文选择的样本期为 2000—2014 年。

表 1 变量的描述性统计

	变量	均值	标准差	最小值	最大值
核心解释变量	制造业服务化	0.2235	0.0318	0.1500	0.3135
被解释变量	环境污染	1.0904	0.1492	1.0000	1.7822
	环境全要素生产率	1.7802	0.9598	0.4597	8.1745
控制变量	外商直接投资	0.3073	0.1544	0.0541	0.8497
	行业规模	0.0588	0.0405	0.0059	0.1845
	环境规制	17.3873	20.7371	0.5007	101.8120
	研发投入	0.0053	0.0032	0.0007	0.0133
	能源效率	6.6185	7.7938	0.4019	53.8821
	劳动生产率	43.2268	33.3700	6.3010	197.0503
	所有制结构	0.1995	0.1899	0.0109	0.7965
其他变量	规模效率	1.1374	0.5435	0.3492	4.5394
	技术进步	1.6506	1.0399	0.6893	5.7598
	纯技术效率	1.0455	0.2300	0.6090	1.6794
	环境改善	1.0318	0.1131	0.7874	1.5113

四、实证结果分析与讨论

（一）绿色福利水平的测算结果分析

如前所述，本文从狭义的环境污染和广义的环境 TFP 两项指标来评价中国绿色福利水平。结果^①显示：（1）2000—2014 年间中国制造业的污染程度波动较大，整体形势趋于严峻。其中，2003—2005 年，污染水平出现较大幅度的上升，可能是由于重工业企业的大规模扩张加剧了污染排放；此后，面对严重的环境问题，国家“十一五”规划提出实施节能减排战略，强制关闭了大量重工业企业，污染状况有所缓和；而在 2010 年之后，受金融危机影响，“十二五”规划的重心开始向“保增长”转移，环境规制逐渐放松，污染大幅反弹，污染水平再度上升并持续居高不下。因此，在环境污染维度，研究期间内污染加剧导致中国绿色福利整体出现了略微的下降。（2）2000—2014 年间中国制造业的环境 TFP 整体呈上升趋势，年均增长 6.2%。其中，技术进步年均增长 4.9%，而规模效率、纯技术效率和环境改善在 0.2%~0.5% 之间，变动不大。可见，研究期间技术进步是环境 TFP 增长的主导力量，说明中国制造业通过技术溢出和技术引进等方式寻求技术进步的效果明显，但在规模化经营、管理制度创新及污染减排等方面的工作仍然面临较大挑战。因此，在环境 TFP 维度，研究期间内主要受益于技术进步的影响，中国绿色福利水平获得提升。

研究期间内，环境污染和环境 TFP 双维度评价下的中国绿色福利水平得出一降一升相反的结论，原因在于前者从狭义的绿色福利概念出发，仅考虑污染因素的影响，污染加剧造成中国绿色福利水平下降，而后者从广义的概念出发，综合考虑技术、效率、污染等多种因素的影响，故在技术进步的主导作用下，以环境 TFP 衡量的经济与环境的双赢程度明显改善，中国绿色福利水平因此上升。

（二）制造业服务化的绿色福利效应：污染改善视角

为解决动态面板模型引致的内生性问题，本文采用系统 GMM 法进行估计。此外，依次将控制变量引入模型（5）回归，避免多重共线性。结果如表 2 所示：序列相关检验显示在 5% 的水平上，

① 限于文章篇幅，具体的测算结果不再展示，感兴趣的读者可向作者索要。

AR (2) 均不显著，即不存在残差项二阶序列相关；Sargan 检验和 Hansen 检验的 p 值均表明不存在过度识别问题，说明工具变量的选择是有效的。

表 2 制造业服务化对环境污染的回归结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
$L.P$	0.9615*** (172.4366)	0.9465*** (76.9815)	0.9104*** (78.9643)	0.9223*** (74.1616)
SER	-0.0387*** (-5.9430)	-0.0712*** (-5.8250)	-0.0727*** (-5.9792)	-0.1186*** (-2.7992)
FDI	-0.0092*** (-4.0409)	-0.0222*** (-3.1411)	-0.0324*** (-5.7366)	-0.0673*** (-4.3577)
S		0.1250*** (3.9602)	0.1751*** (10.9370)	0.3273*** (2.9931)
ER			0.0004*** (5.6273)	-0.0002*** (-4.7351)
RD				-0.1146 (-0.2301)
Cons	0.0537*** (8.4545)	0.0743*** (5.1331)	0.1082*** (10.8736)	0.1118*** (7.9765)
Obs	238	238	238	238
Sargan 检验	0.1043	0.1188	0.2091	0.1700
Hansen 检验	0.8297	0.7254	0.6984	0.3759
AR (2)	0.3815	0.3799	0.3492	0.3656

注： L 为滞后算子，表示被解释变量滞后 1 期；***、**、* 分别表示变量系数通过 1%、5% 和 10% 的显著性检验；圆括号内为 z 统计量；Sargan 检验、Hansen 检验、AR (2) 对应的是 p 值。下表同。

表 2 回归结果显示，逐一加入控制变量的过程中，制造业服务化 (SER) 的影响系数始终在 1% 的水平上显著为负，由此验证了理论假设 1，表明制造业服务化的绿色福利效应是存在的。可能的解释是：一方面，制造业服务化存在技术创新效应，即服务化加深了制造业与生产性服务业的产业关联，有利于制造业企业获取丰富的知识及人力资本，将其与原有生产体系融合，激发更多新理念和新技术，增强技术创新能力。而创新能力的提升不仅能够推动企业技术进步，改进生产方式，提高生产率水平，从而降低单位产出的资源投入，避免更多污染产生，还将为企业改造治污设备、研发清洁技术提供有力的创新支撑，从而改善治污效率，减少污染排放。另一方面，制造业服务化存在价值链升级效应。研发、信息、金融等高质量生产性服务将为制造业生产活动提供更为专业的服务供给，从资金、技术等方面支持企业改进落后的生产工艺，从而提升产品质量，降低单位产品成本，有助于增强企业从事高附加值活动的的能力，进而有利于其从污染密集的生产环节向低污染的价值链高端环节延伸，提高清洁生产水平，带来污染改善的效果。

控制变量的回归结果显示，外商直接投资 (FDI) 能够抑制环境污染，即外资企业往往遵循更加严格的国际环境标准，进入东道国市场产生的技术溢出可以推动内资企业清洁生产水平提升，改进环境质量；行业规模 (S) 的回归系数显著为正，说明在粗放型发展模式下，企业扩大生产规模不仅会产生大量资源需求，还会加大管理难度、降低资源利用率，从而导致资源过度消耗，加剧污染排放；环境规制 (ER) 对环境污染具有抑制作用，原因在于面对严格的排污约束，为避免承担额外的污染税，企业被迫增加治污支出，投入大量治污设备，减少污染排放；研发投入 (RD) 未起到减排作用，可能是因为制造业的研发活动被划分为清洁型和污染型两种，前者能够支持企业改造排污设备，减少污染排放，而后者则一味追求产出增长，忽视了可能对环境带来的消极影响，故

其引致的技术进步容易促使企业加大资源消耗，过多使用高污染设备，从而加剧污染排放。这两种研发活动对环境污染的反向作用可能产生相互抵消的结果，使研发投入的回归系数变得不显著。

（三）制造业服务化的绿色福利效应：环境 TFP 视角

1. 制造业服务化的环境 TFP 影响效应回归。估计结果如表 3 所示，模型（5）至少在 5% 的水平上通过了各项检验，说明结果是可靠的。具体分析如下。

表 3 制造业服务化对环境 TFP 的回归结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<i>L. ETFP</i>	0.9915*** (196.1312)	0.9724*** (24.1903)	0.8821*** (15.7871)	0.7118*** (8.7256)	0.8267*** (10.8229)	0.7490*** (6.9823)
<i>SER</i>	1.7848*** (8.5989)	4.1688*** (3.7856)	3.1161*** (3.2655)	3.4221*** (3.8241)	3.9258*** (3.7222)	5.9465*** (3.7901)
<i>EP</i>	-0.0064*** (-12.2090)	-0.0219*** (-2.6178)	-0.0293*** (-3.2975)	-0.0366*** (-5.8650)	-0.0314*** (-3.8763)	-0.0870*** (-2.7651)
<i>ER</i>		-0.0150*** (-9.0537)	-0.0125*** (-7.6191)	-0.0035*** (-3.0859)	-0.0115*** (-11.1690)	-0.0355*** (-2.9099)
<i>LP</i>			0.0053** (2.0715)	0.0099*** (5.3936)	0.0054** (2.0554)	0.0076** (2.1123)
<i>OS</i>				-0.6166*** (-6.7507)	-0.4160*** (-3.1686)	-0.3909* (-1.7283)
<i>FDI</i>					-0.2265 (-0.8480)	-0.4925 (-1.0382)
<i>EP²</i>						0.0010* (1.7945)
<i>ER²</i>						0.0003*** (2.9814)
Cons	-0.2314*** (-6.0776)	-0.3497*** (-2.7001)	-0.1918 (-1.1303)	-0.1691 (-1.3955)	-0.1506 (-0.6057)	-0.8438* (-1.7831)
Obs	238	238	238	238	238	238
Sargan 检验	0.1614	0.1929	0.3168	0.3045	0.6931	0.5070
Hansen 检验	0.3229	0.2552	0.3185	0.4831	0.4851	0.5295
AR (2)	0.0657	0.1405	0.1358	0.1058	0.1355	0.2010

表 3 列（1）—（5）制造业服务化（*SER*）的回归系数均在 1% 的水平上显著为正，再次证实了制造业服务化存在绿色福利效应。究其原因可知：一是制造业服务化具有生产率效应。服务化实质上推动了制造业与生产性服务业之间的专业化分工，即制造业企业将低效率的服务外包给专业的服务供应商，可以获得更优质的中间服务，将其嵌入生产过程，带来的大量技术转移能够支持企业采用更先进的生产方式，推动生产率提升。专业化的分工还会使企业更加专注于自身擅长的制造环节，有利于提高这一环节的资源利用水平，优化资源配置，从而促进生产率改善，带动环境 TFP 提升。二是制造业服务化具有污染减排效应。与技术密集型生产性服务业的长期合作，能让制造业企业学习到丰富的研发技巧及经验，增强研发能力，提升研发效率，取得相应的技术进步，从而加大对高消耗、高污染设备的技术改造，降低生产活动的污染排放强度。此外，制造业服务化带来的生产率效应也将进一步增强企业盈利能力，促进资金积累，有利于提高企业的治污意愿，通过增加治污投入，引进先进的治污技术及设备，减少污染排放，实现环境 TFP 的增长。

控制变量的回归结果显示，能源效率（*EP*）抑制了环境 TFP 增长，与理论预期不符，加入二

次项后，列（6）结果表明，能源效率与环境 TFP 存在 U 型关系。可能的解释是，能源效率的提升引发了“能源回弹效应”，即能效改善虽然有助于节约能源投入，但也会推动产出增长，激励企业扩大生产规模，从而引致更多能源消费，抵消节能效应^[36]，加剧污染排放。但从长远看，能效提升带来的生产率进步和能源节约效应将超过回弹效应，促进产出增长和污染减排，推动环境 TFP 提升。环境规制（ER）对环境 TFP 存在抑制作用。为验证是否存在波特效应，引入环境规制的二次项，发现规制政策的实施虽会增加企业治污费用，加重成本负担，不利于生产流程升级，导致技术效率下降，阻碍环境 TFP 改善，但当环境规制力度越过拐点，将倒逼企业加大绿色技术创新，凭借绿色技术提高生产率并减少污染排放，带动环境 TFP 增长，故满足“波特假说”^[37]。劳动生产率（LP）的回归系数显著为正，说明劳动生产率进步能够降低生产成本，增强企业盈利能力，有助于企业规模扩张，充分利用规模经济以改善规模效率，促进环境 TFP 进步。所有制结构（OS）的影响系数显著为负，可能是由于国有企业通常拥有丰富的政府资源，能够通过财政补助、银行贷款等多种渠道进行融资，而资金投入过量容易引起投资过度，从而扭曲资源配置，降低产出效率，阻碍环境 TFP 的提升。

2. 制造业服务化对环境 TFP 的内在影响机制分析。为进一步探究制造业服务化对环境 TFP 的影响，本文从环境 TFP 的四个分解项：规模效率、技术进步、纯技术效率和环境改善出发，考察两者间的内在传导机制。回归结果如表 4 所示。

表 4 制造业服务化对环境 TFP 分解项的回归结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	SEC	TC	PTEC	EC
L	1.1378*** (104.6375)	1.0904*** (38.7308)	0.9227*** (14.9301)	0.2102*** (5.8497)
SER	0.3549** (2.0697)	1.8180*** (2.6497)	-1.6739 (-1.6092)	0.2268*** (4.1489)
SER ²			5.4258** (2.5676)	
常数项	是	是	是	是
控制变量	是	是	是	是
Obs	238	238	238	238
Sargan 检验	0.3150	0.1003	0.9260	0.6655
Hansen 检验	0.6400	0.1944	0.6169	0.3830
AR (2)	0.3234	0.0804	0.2198	0.8889

表 4 列（1）显示，制造业服务化对规模效率的估计系数在 5% 的水平上显著为正，从而验证了理论假设 2，表明制造业企业把自营的服务业务外包给专业的服务供应商，能将更多技术、人才等优质资源释放出来，并将其重新配置到核心制造环节，有助于进一步强化自身专业优势，增强制造能力，改善生产效益，从而激励企业扩大生产规模，实现规模经济并提升规模效率。此外，与自给服务相比，企业能从生产性服务市场购买更加质优价廉的中间服务，如物流、信息等，有助于提高企业的运作效率，从而减少运输、交易等各类费用支出，增强盈利能力，进而为其规模扩张提供资金支持，带动规模效率改善。

列（2）中，制造业服务化对技术进步的回归系数在 1% 的水平上显著为正，由此验证了理论假设 3。究其原因，可能是由于一方面，服务化战略的深入推进加大了制造业与生产性服务业之间互动交流的频率，便于技术人员发挥学习效应，从中吸取更多有关技术研发的信息和经验，将其运用于企业创新活动，从而有助于提升技术创新能力，推动技术进步。另一方面，制造业企业与金融

服务企业的长期合作能够降低其外部融资风险和融资成本，缓解其面临的流动性约束，从而为其研发活动予以有力的融资支持，调动研发积极性，同时保障研发活动持续稳定的进行，带来更多的新技术和新工艺，进而实现技术进步。

列（3）结果显示，制造业服务化的二次项系数显著，说明制造业服务化与纯技术效率之间存在 U 型关系，理论假设 4 成立。服务化初期，制造业企业往往与运输仓储等生产性服务业关联，而这些服务投入带来的管理经验较少，对管理水平的提升作用有限，而且大量引入生产性服务加大了企业的管理难度，反而可能导致管理水平下降，扭曲资源配置，阻碍纯技术效率的提升。随着服务化程度的提高，与信息通信、管理咨询等高端生产性服务业的互动增加，便于企业从中吸收更多先进管理经验，引进高水平管理人才，有助于提升管理能力，从而增强资源配置的合理性，推动纯技术效率改善。

列（4）中，制造业服务化对环境改善具有显著的推动作用，由此验证了理论假设 5。一方面，信息通信、研发设计等高端生产性服务融入制造业生产活动，往往伴随着显著的技术转移，有利于推动企业技术进步，促使其加快工艺升级和设备更新，提高资源利用率，减少资源消耗，从而实现污染减排，促进环境改善；另一方面，制造业企业可以从高质量的生产性服务中获取更多人力资本、知识资本等高级要素，从而在同等甚至更少数量的资源投入下获得更高的产出水平，有助于推动企业调整要素结构，加大人力资本等高级要素对资源要素的替代力度，进而减少高污染设备的使用，实现环境质量的提升。

综上，制造业服务化对规模效率、技术进步和环境改善均具有推动作用，而与纯技术效率之间呈 U 型关系。由此可知，规模效率、技术进步和环境改善在制造业服务化与环境 TFP 之间起正向传导作用，而纯技术效率则是起先负后正的传导作用。

（四）稳健性检验

为增强实证结果的可靠性，使用以下两种方法进行稳健性检验。（1）替换主要解释变量的衡量方法。借鉴许和连等^[21]，采用完全消耗系数法对 17 个制造业行业的服务化水平重新进行测度。（2）剔除特殊值。考虑到研究期间内，2008 年全球金融危机对中国制造业发展产生了较大影响，借鉴杨仁发等^[27]，剔除 2009 年数据样本，以减小特殊值对实证结果的影响。

从表 5 的估计结果看，与前述回归相比，两种方法下主要解释变量的系数大小虽有变动，但影响方向一致，说明本文实证结果具有较强的稳健性。

表 5 稳健性检验的回归结果

变量	替换核心解释变量		剔除特殊值	
	P	ETFP	P	ETFP
L.	0.9152*** (114.5896)	0.8624*** (12.3030)	0.9208*** (61.3249)	0.8875*** (12.1548)
SER	-0.0607*** (-3.5439)	2.6871*** (5.7133)	-0.1100*** (-3.7067)	2.5714*** (3.0963)
常数项	是	是	是	是
控制变量	是	是	是	是
Obs	238	238	204	204
Sargan 检验	0.5007	0.8426	0.1826	0.4314
Hansen 检验	0.3704	0.8610	0.3335	0.2884
AR (2)	0.3352	0.1452	0.4213	0.1182

五、进一步拓展分析

(一) 制造业服务化影响绿色福利的中介效应分析

上述研究均已证实了制造业服务化的绿色福利效应,但两者间是否还存在其他作用机制,仍有必要进一步探讨。制造业服务化作为一种新型的产业发展模式,逐渐成为制造业转型升级的重要推力^[2]。具体而言,制造业服务化有助于人力资本积累和成本节约,推动制造业转型升级。从人力资本视角看,服务化战略的实施有利于企业学习先进管理经验和产品工艺,经由“干中学”培养高素质劳动力,从而积累丰富的人力资本^[27]。在大量人力资本的支持下,企业得以不断优化生产工艺,提升研发水平,获得技术进步,进而由简单加工组装环节向技术密集的生产环节挑战,实现转型升级。从成本节约视角看:(1)企业将服务业务外包,能够降低固定成本^[23];(2)专业的信息通信服务投入、生产统筹协调的强化,能够降低交易成本^[21];(3)分销服务有助于提高企业探索市场的效率,节约信息搜集成本^[25]。各类成本的降低能够增强企业的盈利能力,使其将更多资金用于技术引进或研发,从而提升产品附加值,推动企业向价值链高端环节攀升,带动制造业转型升级。

而加快制造业转型升级能够推动生产率进步与环境改善,提升绿色福利。一方面,制造业转型升级意味着更先进的生产方式,有助于改善资源利用率,提高单位资源投入的产出水平,促进生产率进步。且高附加值的生产活动有利于企业利润积累,从而为技术研发和扩大再生产提供资金基础,推动企业技术进步和规模效率改善,带动生产率提升。另一方面,制造业转型升级能够驱动要素结构升级,即通过人才、技术等要素投入替代自然资源等实物要素,有利于削减污染活动规模,达到减排效果^[29]。同时,转型升级伴随的利润积累也将有力支持企业投入大量资金,引进更先进的清洁技术,减少污染排放,实现绿色发展。

基于以上分析,本节将制造业转型升级作为中介变量,构建中介效应模型,进一步探究制造业服务化与绿色福利之间的内在联系。考虑到经济惯性及内生性问题,建立如下模型:

$$GW_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 GW_{it-1} + \alpha_2 SER_{it} + \delta_1 X_{it} + \epsilon_{it} \quad (6)$$

$$TU_{it} = \beta_0 + \beta_1 TU_{it-1} + \beta_2 SER_{it} + \delta_2 X_{it} + \epsilon_{it} \quad (7)$$

$$GW_{it} = \gamma_0 + \gamma_1 GW_{it-1} + \gamma_2 SER_{it} + \gamma_3 TU_{it} + \delta_3 X_{it} + \epsilon_{it} \quad (8)$$

其中, TU_{it} 表示制造业转型升级,用各制造业行业的利润率水平(利润总额/主营业务收入)^①衡量。此外,采用温忠麟等^[38]提出的检验程序检验中介效应。

表6列(1)和列(3)回归结果显示,制造业服务化对制造业转型升级的回归系数均显著为正。究其原因,一方面,研发设计、信息技术等高端生产性服务业内含大量先进的知识技术信息,制造业企业经过学习,有助于提升人力资本水平,从而增强自主研发能力,推动技术进步,进而有力支撑企业由劳动密集型的生产方式向技术密集型转变,带动制造业转型升级;另一方面,制造业服务化能使企业获得更多质优价廉的生产性服务,有助于改善生产效率,降低生产成本,提升生产效益,从而增强企业攀升价值链高端环节的能力,从事更高附加值的生产活动,助推制造业转型升级。列(2)和列(4)的结果显示,污染改善和环境TFP双重视角下,制造业服务化和制造业转型升级对绿色福利的回归系数均十分显著,验证了制造业转型升级的中介作用。究其原因:其一,制造业转型升级的过程往往伴随着生产能力的提升和资金积累,有利于企业规模扩张,享有规模经济,从而提高资源利用率并改善规模效率,带动生产率进步;其二,制造业转型升级带来的技术和资金优势也将有力支持企业清洁生产,通过购买或研发及时更新改造排污设备,提升治污效果,减

① 数据来源于《中国工业统计年鉴》。

少污染排放，推动环境改善。综上可知，制造业服务化可以通过制造业转型升级，促进经济增长与环境改善，从而实现中国绿色福利整体水平的提高。

表 6 基于制造业转型升级的中介效应回归结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	TU	P	TU	ETFP
L.	0.5912*** (26.1555)	0.9327*** (86.2329)	0.4289*** (4.7543)	0.7811*** (10.3068)
SER	0.0607*** (3.2268)	-0.1266*** (-4.5308)	0.0902*** (2.7751)	2.7841*** (2.9779)
TU		-0.1054** (-2.0262)		3.6208*** (2.5948)
常数项	是	是	是	是
控制变量	是	是	是	是
Obs	238	238	238	238
Sargan 检验	0.2783	0.1944	0.2476	0.2550
Hansen 检验	0.3203	0.3498	0.7111	0.4008
AR (2)	0.2493	0.3741	0.1079	0.1124

（二）制造业服务化影响绿色福利的异质性分析

1. 基于行业污染密集度的异质性分析。考虑到各行业的污染水平明显不同，对服务投入的敏感程度可能存在差异，有必要进一步考察制造业服务化对不同污染密集度行业绿色福利的影响。本文依据污染强度中位数，将 17 个制造业行业划分为污染密集型行业 ($pol=1$) 和清洁型行业 ($pol=0$)^①，并引入交乘项 $SER \times pol$ 进行分析。表 7 估计结果显示，交乘项的系数均在 1% 的水平上显著为负和为正，表明在污染改善和环境 TFP 双重视角下，制造业服务化对污染密集型行业绿色福利的提升作用均大于清洁型行业。可能的原因是：一方面，清洁型行业大多为劳动和技术密集行业，资源要素的占比较低，而污染密集型行业呈现出资源密集的特点，故生产性服务投入带来的人力资本等高级要素对资源要素的替代效应更容易在污染密集型行业中显现出来，使其更有意愿大力度削减高消耗、高污染的生产线和机器设备，进而带动污染改善和环境 TFP 增长。另一方面，由于污染密集型行业的污染排放规模更大，同等技术溢出条件下，清洁技术进步对其减排的边际效应可能大于清洁型行业，从而带来更显著的绿色福利改善效果。因此，制造业服务化在污染密集型行业的绿色福利效应大于清洁型行业。

2. 基于不同服务投入来源的异质性分析。在全球生产分工环境下，一国制造业服务投入不仅来源于国内，也会从国外大量进口中间服务。因此，本文利用公式 (4) 分别测算制造业国内和国外服务化水平，考察不同服务投入来源对制造业绿色福利的影响。表 7 回归结果表明，污染改善和环境 TFP 双重视角下，制造业国外服务化的绿色福利效应均大于国内服务化。可能是因为，长期以来形成的国际代工模式致使中国产业发展呈现以制造业为重心的特点，生产性服务业受到了一定的抑制。信息技术等现代服务产业相对落后，而运输仓储等传统行业的比重较大，使国内服务投入

① 污染密集型行业 9 个：C10—C12、C13—C15、C17、C19、C20、C21、C23、C24、C28；清洁型行业 8 个：C16、C18、C22、C25、C26、C27、C29—C30、C31—C33。

对制造业生产技术的提升作用较弱，因而对绿色福利的带动作用相对有限。而国外尤其是发达国家的生产性服务业起步较早，并长期处于全球价值链的高端环节，研发、信息等知识技术密集型服务产业的专业优势更加突出。因此，国内制造业通过离岸服务外包，能够从中获取较多的先进技术，从而实现技术进步。而先进的生产技术将支持企业更大力度地实施生产流程升级和治污设备改造，提升资源利用和污染减排效果，从而获得产出与环境的双赢，带来更大的绿色福利效应。

表 7 基于污染密集度和服务投入来源异质性的回归结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	污染密集度		国内服务投入		国外服务投入	
	<i>P</i>	<i>ETFP</i>	<i>P</i>	<i>ETFP</i>	<i>P</i>	<i>ETFP</i>
<i>L</i>	0.9253*** (137.9294)	0.8420*** (13.6568)	1.0035*** (124.9005)	0.8329*** (14.2170)	0.9874*** (137.4157)	1.1154*** (13.3612)
<i>SER</i>	-0.0704** (-1.9914)	2.8021*** (2.8207)	-0.0791*** (-4.0775)	2.4388*** (2.9492)	-0.1077** (-2.3354)	3.6198*** (4.1279)
<i>SER</i> × <i>pol</i>	-0.0383*** (-4.1671)	1.2821*** (3.7798)				
常数项	是	是	是	是	是	是
控制变量	是	是	是	是	是	是
Obs	238	238	238	238	238	238
Sargan 检验	0.2839	0.6948	0.1167	0.4618	0.1163	0.1714
Hansen 检验	0.2979	0.2948	0.1742	0.5214	0.1825	0.2196
AR (2)	0.3513	0.1370	0.3291	0.0980	0.3336	0.1181

六、主要结论与政策启示

本文基于污染改善和环境 TFP 双重视角，在理论分析基础上，采用 2000—2014 年中国 17 个制造业行业面板数据，对制造业服务化的绿色福利效应及其内在机制进行了实证分析，得出以下结论：

1. 狭义和广义双视角研究均支持制造业服务化有利于中国绿色福利提升的观点。从狭义层面上看，制造业服务化的技术创新和价值链升级效应有助于企业技术进步，增强价值链攀升能力，从而向环境友好的高端环节延伸，减少污染排放，促进环境改善；从广义层面上看，制造业服务化有利于资源配置优化，提高生产率水平，从而带动环境 TFP 增长。剖析其内在影响机制，规模效率、技术进步及环境改善在两者间起正向传导作用，纯技术效率为 U 型关系。此外，制造业转型升级在两者间发挥显著的中介作用。

2. 制造业服务化在污染密集型行业的绿色福利效应大于清洁型行业，前者具有资源密集的特点，对服务化的要素替代作用更加敏感，故会更大幅度地降低污染强度，改善绿色福利。制造业国外服务化的绿色福利效应大于国内服务化。进口中间服务内含大量前沿技术，有助于企业技术进步，提高生产效率，从而带动绿色福利提升。

3. 此外，还有以下几点发现：（1）劳动生产率促进了绿色福利提升。劳动生产率进步有利于企业规模扩张，实现规模经济，从而提高规模效率，带动绿色福利改善。（2）所有制结构存在抑制作用。过度投资容易加剧国有企业资源错配，从而降低技术效率，阻碍绿色福利提升。（3）能源效

率、环境规制与绿色福利均为 U 型关系。

本文为理解制造业服务化对绿色福利的作用机制提供了全新的经验证据,对制造业转型升级和美丽中国建设具有重要的政策启示:

1. 着力推动制造业服务化,提升绿色福利水平。一方面,加大生产性服务投入,增强制造业转型升级的中介作用。深化融合制造业与生产性服务业,并增加研发设计、信息技术、金融保险等服务类支出,充分发挥其技术溢出和融资支持效应,引导企业向技术密集度更高的生产环节过渡,摆脱高污染领域,建立清洁型生产体系。另一方面,针对不同行业,制定有差异的服务化战略。对污染密集型行业,采用税收优惠、财政补助等方式鼓励企业加大生产性服务投入,发挥人才、信息等服务要素对资源要素的替代作用,通过要素结构升级改善绿色福利;对清洁型行业,借助离岸服务外包或高质量服务业外资等途径,追求高端服务化,提高知识技术密集型服务占比,进一步强化其绿色创新能力。

2. 积极推动服务贸易自由化,加快国内生产性服务业改革。一方面,加快实施跨境服务贸易负面清单制度,做好服务领域开放试点工作,有序推进服务贸易自由化。需加强与发达国家的贸易合作,稳定高端生产性服务进口规模,借助进口服务带来的国际管理经验,推动制造业管理制度变革,改善技术效率,带动绿色福利提升。另一方面,完善国内生产性服务业的管理体制,减少市场准入限制,引导更多社会资本进入关键领域,激发市场活力。同时,对研发设计、信息技术等新兴服务业在资金、政策方面予以扶持,促使生产性服务业结构向高端转变,为制造业提供更多来自国内的高质量服务,发挥技术溢出对生产及治污活动的积极作用,促进绿色福利改善。

3. 继续加强规模效率效应、技术进步效应及环境改善效应,带动绿色福利提升。首先,努力打造多个具有金融、信息、销售等现代服务功能的综合性平台,支持制造业企业参与更高水平的跨国投资和并购活动,扩大国际市场份额,增强规模化经营能力以提升规模效率;其次,鼓励企业在增加技术密集型生产性服务离岸外包的同时,加大人才培养力度,扩大创新型人才队伍,提升对高质量服务溢出技术的吸收转化效果;最后,借助服务投入,加强对人力资本、知识资本等高级要素的积累和运用,加大对资源投入的替代和挤出力度,通过要素结构调整,减少污染排放,改善环境质量。

参考文献

- [1] 廖显春,李小慧,施训鹏.绿色投资对绿色福利的影响机制研究[J].中国人口·资源与环境,2020(2).
- [2] 戴翔.中国制造业出口内涵服务价值演进及因素决定[J].经济研究,2016(9).
- [3] 戴翔.产品内分工、出口增长与环境福利效应——理论及对中国的经验分析[J].国际贸易问题,2010(10).
- [4] 徐晓亮,程倩,车莹,等.资源政策调整对减排和环境福利影响——以煤炭资源税改革为例[J].管理科学学报,2017(2).
- [5] 宋马林,金培振.地方保护、资源错配与环境福利绩效[J].经济研究,2016(12).
- [6] White, A. L., M. Stoughton, L. Feng. *Servicizing: The Quiet Transition to Extended Product Responsibility* [M]. Boston: Tellus Institute, 1999.
- [7] 陈艳莹,叶良柱.制造业服务化的环境效应[J].商业研究,2009(8).
- [8] Doni, F., A. Corvino, S. B. Martini. Servitization and sustainability actions. Evidence from European manufacturing companies[J]. *Journal of Environmental Management*, 2019, 234.
- [9] 王向进,杨来科,钱志权.制造业服务化、高端化升级与碳减排[J].国际经贸探索,2018(7).
- [10] 黄玉霞,谢建国.制造业投入服务化与碳排放强度——基于 WIOD 跨国面板的实证分析[J].财贸经济,2019(8).

- [11]葛美瑜. 制造业投入服务化对碳减排的溢出效应研究[J]. 环境科学与管理,2019(12).
- [12]吕越,李小萌,吕云龙. 全球价值链中的制造业服务化与企业全要素生产率[J]. 南开经济研究,2017(3).
- [13]Gebauer, H., E. Fleisch, T. Friedli. Overcoming the service paradox in manufacturing companies[J]. *European Management Journal*, 2005(1).
- [14]Benedettini, O., M. Swink, A. Neely. Examining the influence of service additions on manufacturing firms' bankruptcy likelihood[J]. *Industrial Marketing Management*, 2017, 60.
- [15]夏秋,胡昭玲. 制造业投入服务化能提高全要素生产率吗——基于成本和风险的视角[J]. 当代财经,2018(7).
- [16]王岚. 投入服务化是否提高了中国制造业全要素生产率[J]. 国际贸易问题,2020(2).
- [17]周念利,郝治军,吕云龙. 制造业中间投入服务化水平与企业全要素生产率——基于中国微观数据的经验研究[J]. 亚太经济,2017(1).
- [18]李琳,刘凯. 区域异质性视角下制造业服务化与制造业全要素生产率研究[J]. 科技进步与对策,2018(23).
- [19]杨仁发,汪青青. 生产性服务投入、技术创新与制造业国际竞争力[J]. 山西财经大学学报,2018(9).
- [20]Ang, J. B. CO₂ emissions, research and technology transfer in China[J]. *Ecological Economics*, 2009(10).
- [21]许和连,成丽红,孙天阳. 制造业投入服务化对企业出口国内增加值的提升效应——基于中国制造业微观企业的经验研究[J]. 中国工业经济,2017(10).
- [22]Sun, C. W., Z. Li, T. M. Ma, et al. Carbon efficiency and international specialization position: Evidence from global value chain position index of manufacture[J]. *Energy Policy*, 2019, 128.
- [23]Sanchís-Pedregosa, C., M. J. Palacín-Sánchez, M. -del-M. González-Zamora. Exploring the financial impact of outsourcing services strategy on manufacturing firms[J]. *Operations Management Research*, 2014(3-4).
- [24]Yang, F. F., A. G. O. Yeh, J. J. Wang. Regional effects of producer services on manufacturing productivity in China[J]. *Applied Geography*, 2018, 97.
- [25]刘斌,王乃嘉. 制造业投入服务化与企业出口的二元边际——基于中国微观企业数据的经验研究[J]. 中国工业经济,2016(9).
- [26]韩峰,阳立高. 生产性服务业集聚如何影响制造业结构升级?——一个集聚经济与熊彼特内生增长理论的综合框架[J]. 管理世界,2020(2).
- [27]杨仁发,刘勤玮. 生产性服务投入与制造业全球价值链地位:影响机制与实证检验[J]. 世界经济研究,2019(4).
- [28]Baines, T., A. Z. Bigdeli, R. Sousa, et al. Framing the servitization transformation process: A model to understand and facilitate the servitization journey[J]. *International Journal of Production Economics*, 2020, 221.
- [29]祝树金,谢煜,吴德胜. 制造业服务化的节能效应及其中介机制研究[J]. 财贸经济,2020(11).
- [30]许冬兰,张敏. 环境规制对全球价值链攀升的影响:促进还是抑制?——基于低碳 TFP 的中介效应检验[J]. 中国地质大学学报(社会科学版),2020(3).
- [31]李玲,陶锋. 中国制造业最优环境规制强度的选择——基于绿色全要素生产率的视角[J]. 中国工业经济,2012(5).
- [32]Tone, K., M. Tsutsui. Dynamic DEA: A slack-based measure approach[J]. *Omega*, 2009(3-4).
- [33]王向进. 全球价值链背景下制造业服务化的环境效应研究[D]. 上海:华东师范大学,2019.
- [34]许冬兰,于发辉,张敏. 全球价值链嵌入能否提升中国工业的低碳全要素生产率? [J]. 世界经济研究,2019(8).
- [35]陈诗一. 中国工业分行业统计数据估算:1980—2008[J]. 经济学(季刊),2011(3).
- [36]Zhang, Y. J., H. R. Peng, B. Su. Energy rebound effect in China's industry: An aggregate and disaggregate analysis[J]. *Energy Economics*, 2017, 61.
- [37]Porter, M. E. America's green strategy[J]. *Scientific American*, 1991(4).

[38]温忠麟,张雷,侯杰泰,等.中介效应检验程序及其应用[J].心理学报,2004(5).

Effect of the Servitization of Manufacturing on the Green Welfare in China

— From the Dual Perspective of Pollution Improvement and Environmental TFP

XU Dong-lan, ZHANG Xin-kuo

Abstract: To make everyone enjoy sufficient green welfare is an important reflection of high-quality economic development in China. As a major point of the transformation and upgrading of manufacturing industry, is it possible that the servitization of manufacturing can promote the improvement of green welfare? This paper calculates a two-dimensional green welfare index based on the panel data of 17 manufacturing industries in China from 2000 to 2014. One is the environmental pollution measured by entropy method, the other is environmental total factor productivity (TFP) by dynamic DEA-EBM-Malmquist index. Then the paper explores the impact of the servitization of manufacturing on green welfare and its mechanism using the system GMM and mediation effects model. It is firstly found that the servitization of manufacturing significantly promotes the green welfare from the perspectives of pollution improvement and environmental TFP. The analysis of its inner mechanism shows that scale efficiency, technological progress, and environmental improvement play a positive role in the process of the servitization of manufacturing affecting green welfare, while pure technical efficiency shows a U-shaped relationship. In addition, the transformation and upgrading of manufacturing industry plays a mediating role between the servitization and green welfare. Secondly, there is a heterogeneous phenomenon between two key variables. The green welfare effect of pollution-intensive industries is greater than that of clean industries, and the effect of foreign service input is greater than that of domestic service input. Thirdly, labor productivity promotes green welfare, while ownership structure plays a negative role. Furthermore, both energy efficiency and environmental regulation show a U-shaped relationship with green welfare.

Key words: green welfare; servitization of manufacturing; pollution improvement; environmental total factor productivity; transformation and upgrading of manufacturing industry

(责任编辑 朱 蓓)