

# 中国服务业绿色全要素生产率增长的空间 差异及影响因素研究

陈景华,王素素

(山东财经大学 经济学院,山东 济南 250014)

**摘要:** 利用 Malmquist-Luenberger 生产率指数测算中国省际服务业绿色全要素生产率指数,基于基尼系数分解方法和核密度估计方法科学分析和刻画中国服务业绿色全要素生产率增长的空间差异及分布动态,根据空间偏微分方法对服务业绿色全要素生产率增长影响因素的空间溢出效应进行分解。研究发现,中国服务业绿色全要素生产率增长的空间差异呈扩大趋势,空间非均衡问题主要来自于区域间差异;全国和四大区域服务业绿色全要素生产率增长呈现出多极化分布的趋势,绝对差异在扩大;服务业增长、实际利用外资、对外投资、贸易开放度、城镇化水平和财政支出等对服务业绿色全要素生产率增长产生显著的区域正向溢出效应,同时人均 GDP、服务业增长、对外投资和人力资本产生显著的区域间负向溢出效应。

**关键词:** 服务业绿色全要素生产率;空间差异;空间溢出效应

**中图分类号:** F124.6; F719      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1672-6049(2020)02-0027-12

## 一、引言与文献综述

近年来,服务业在全球经济中的比重越来越高,据 UNCTAD 统计数据显示,服务业增加值占全球总产值的比重已超过 70%,全球进入服务经济时代。2019 年 3 月,李克强总理在十三届全国人大二次会议上作的《政府工作报告》指出,2018 年服务业对中国经济增长的贡献率接近 60%,单位 GDP 能耗下降 3.1%,经济增长的质量和效益继续提升。并且提出 2019 年经济社会发展的预期目标为:国内生产总值增长 6%~6.5%,同时生态环境进一步改善,单位 GDP 能耗下降 3%左右,主要污染物排放量继续下降。绿色发展是构建现代化经济体系的必然要求,是解决污染问题的根本之策。当前,随着“西部开发、东北振兴、中部崛起、东部率先发展”的区域协调发展战略的有力实施,中国区域经济协调性不断增强。在追求高质量发展阶段,区域经济协调发展更重要体现在全要素生产率的协调增长上,然而不同地区转方式、调结构的进程并不一致,各地区绿色全要素生产率的增长存在显著差异,这给新时期区域经济协调发展带来更加严峻的挑战。在此背景下,揭示服务业绿色全要素生产率的空间差异并探寻其影响因素,不仅可以明确高质量发展阶段区域经济协调发展的方向,而且可以为实现服务业绿色全要素生产率的区域协同提升提供政策依据。

源自于新古典增长理论,学术界对全要素生产率的研究比较丰富<sup>[1-4]</sup>。随着服务业在国民经济中的

收稿日期:2020-01-25;修回日期:2020-03-19

基金项目:国家社会科学基金项目“供给侧结构性改革下农业绿色全要素生产率的空间格局及提升路径研究”(18BJY140);山东省研究生导师指导能力提升项目“‘双一流’背景下经济学研究生‘本硕博’一体化培养机制研究”(SDYY18054)

作者简介:陈景华(1980—),女,山东威海人,博士,山东财经大学经济学院副教授,研究方向为服务业开放与服务经济;王素素(1993—),女,山东聊城人,山东财经大学经济学院硕士研究生,研究方向为服务业经济。

地位日益提高,国内外学者对服务业全要素生产率的关注日益增多<sup>[5-8]</sup>。Chung *et al.*<sup>[9]</sup>在方向性距离函数的基础上,充分考虑生产过程中产生的“坏”产出,提出 Malmquist-Luenberger 生产率指数法,可以用来测度绿色全要素生产率增长指数,很多学者运用该方法测算了中国整体经济、工业经济在环境约束下的全要素生产率<sup>[10-12]</sup>,对服务业绿色全要素生产率的关注相对较少。服务业绿色全要素生产率作为衡量服务业经济与资源环境协调增长的重要指标,其测度需要同时考虑服务业投入、产出以及伴随的环境污染问题,庞瑞芝和王亮的研究发现服务业增长中的确会产生环境问题<sup>[13]</sup>。关于服务业绿色全要素生产率增长的空间差异的研究比较少,相关研究没有关注服务业增长中的环境问题。如顾乃华和李江帆<sup>[14]</sup>、徐盈之和赵玥<sup>[15]</sup>、刘兴凯和张诚<sup>[16]</sup>等的研究发现,中国服务业全要素生产率增长的区域差异很大,东部地区服务业全要素生产率的增长最快;王恕立等<sup>[17]</sup>发现,考虑环境约束的中国服务业全要素生产率增长表现出明显的区域差异,平均增长率最快的地区分别为东部、西部和中部地区,技术进步的推动作用比较明显;肖挺<sup>[18]</sup>发现东部地区环境约束下的服务业全要素生产率最高,其次是中部地区,西部地区最低。已有文献为本文研究奠定了良好的基础,但是关于服务业绿色全要素生产率增长的地区差异分析多是基于测算结果的描述性分析,不能科学揭示地区差异的来源及分布动态,基于已有研究的不足,本文将利用基尼系数分解和核密度估计的方法刻画服务业绿色全要素生产率的空间非均衡特征及动态演进规律:第一,利用 Dagum 基尼系数及分解方法,揭示服务业绿色全要素生产率增长的总体空间差异、区域内差异以及区域间差异,并且探析空间差异的来源;第二,利用核密度估计方法刻画全国整体以及不同区域服务业绿色全要素生产率增长的绝对差异与极化趋势;第三,基于空间偏微分方法,探讨服务业绿色全要素生产率各影响因素的空间溢出效应,为促进服务业区域协调增长提供科学依据。

## 二、研究方法与数据

### (一) 研究方法

#### 1. Malmquist-Luenberger 生产率指数

基于 SBM 方向距离函数,利用 DEA 技术测算各省份服务业 Malmquist-Luenberger (ML) 生产率指数,即绿色全要素生产率指数,将 ML 指数进一步分解为技术进步指数 (TC) 与技术效率改善 (EC) 两部分,EC 指数反映的是某个服务行业的效率是进步了还是恶化了;TC 指数反映的是两个时期效率前沿面的改变。 $t$  期到  $t+1$  期的 ML 指数为:

$$ML^{t,t+1} = \left\{ \frac{[1 + D_0^{ur}(x^t, y^t, b^t; g^t)]}{[1 + D_0^{ur}(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1}; g^{t+1})]} \times \frac{[1 + D_0^{uur}(x^t, y^t, b^t; g^t)]}{[1 + D_0^{uur}(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1}; g^{t+1})]} \right\}^{1/2} \quad (1)$$

$$EC^{t,t+1} = \frac{1 + D_0^{ur}(x^t, y^t, b^t; g^t)}{1 + D_0^{ur}(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1}; g^{t+1})} \quad (2)$$

$$TC^{t,t+1} = \left\{ \frac{[1 + D_0^{uur}(x^t, y^t, b^t; g^t)]}{[1 + D_0^{ur}(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1}; g^{t+1})]} \times \frac{[1 + D_0^{uur}(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1}; g^{t+1})]}{[1 + D_0^{ur}(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1}; g^{t+1})]} \right\}^{1/2} \quad (3)$$

其中  $D_0^{ur}(x^t, y^t, b^t; g^t)$  为  $t$  期的方向距离函数,  $g = (g_y, -g_b)$  表示生产过程中“好”产出增加和“坏”产出的减少。

#### 2. Dagum 基尼系数

把服务业整体划分成  $K$  组(东、中、西和东北四个组),利用 Dagum<sup>[19]</sup>的基尼系数分解方法研究服务业绿色全要素生产率的地区差异, $G$ 、 $G_i$  和  $G_{ij}$  分别表示总体差异的基尼系数、区域内差异和区域间差异的基尼系数,见式(4)~(6)。地区差异可以分解为区域内差异的贡献  $G_w$ 、区域间超变净值的贡献  $G_{nb}$  以及区域间超变密度的贡献  $G_t$  三部分,后两者衡量了区域间差异的总贡献,见式(7)~(9)。

$$G = \frac{1}{2n^2\mu} \sum_{i=1}^K \sum_{j=1}^K \sum_{h=1}^{n_i} \sum_{r=1}^{n_j} |y_{ih} - y_{jr}| \quad (4)$$

$$G_{ii} = \frac{1}{2n_i^2 \mu_i} \sum_{h=1}^{n_i} \sum_{r=1}^{n_i} |y_{ih} - y_{ir}| \quad (5)$$

$$G_{ij} = \frac{1}{n_i n_j (\mu_i + \mu_j)} \sum_{h=1}^{n_i} \sum_{r=1}^{n_j} |y_{ih} - y_{jr}| \quad (6)$$

$$G_w = \sum_{i=1}^K \lambda_i s_i G_{ii} \quad (7)$$

$$G_{nb} = \sum_{i=2}^K \sum_{j=1}^{i-1} (\lambda_j s_i + \lambda_i s_j) G_{ij} D_{ij} \quad (8)$$

$$G_t = \sum_{i=2}^K \sum_{j=1}^{i-1} (\lambda_j s_i + \lambda_i s_j) G_{ij} (1 - D_{ij}) \quad (9)$$

### 3. Kernel 密度估计

核密度估计是一种非参数方法,主要运用连续的密度曲线对随机变量的概率密度进行估计,其特点是模型依赖性弱,稳健性强。随机变量  $x$  的密度函数  $f(x)$  为:

$$f(x) = \frac{1}{Nh} \sum_{i=1}^N K\left(\frac{X_i - \bar{x}}{h}\right) \quad (10)$$

$$K(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{x^2}{2}\right) \quad (11)$$

其中  $N$  为观测值的个数,  $X_i$  代表独立同分布的观测值,  $\bar{x}$  表示观测值的均值,  $K(x)$  为高斯核密度函数,  $h$  为宽带,宽带越大,其密度函数越光滑,估计的精确度越低;相反,若宽带越小,估计的精确度越高<sup>[20]</sup>。

#### (二) 数据处理

测算中国各省份服务业绿色全要素生产率指数,需要用到 2004—2016 年各省服务业的投入产出数据。具体来看,服务业的“期望”产出用中国各省份服务业增加值表示<sup>[11]</sup>,并以 2004 年为基期,利用第三产业增加值指数进行平减;服务业“非期望”产出是指服务业生产中产生的污染排放<sup>[21]</sup>,由于中国各省市服务业的污染排放数据难以获得,本文根据《政府工作报告》提出的主要污染物排放持续下降的要求,借鉴庞瑞芝和邓忠奇<sup>[22]</sup>的方法,把水和空气中的主要污染物化学需氧量(COD)和二氧化硫(SO<sub>2</sub>)作为服务业的“非期望”产出,采用服务业城镇单位就业人员数占各地区年末城镇常住人口的比例乘以各地区历年生活污染物的排放总量,近似得到各省服务业污染物排放量;资本投入,利用永续盘存法进行估算<sup>①</sup>,以 2004 年为基期按固定资产指数进行平减;劳动投入,用服务业城镇单位就业人数的两年平均数来表示。以上数据来源于历年《中国统计年鉴》和《中国能源统计年鉴》。

### 三、服务业绿色全要素生产率增长的空间差异与分布动态

#### (一) 服务业绿色全要素生产率增长的空间差异

从全国整体来看,服务业绿色全要素生产率增长的空间差异处于扩大的趋势,基尼系数由 2005 年的 0.014 增加到 2016 年的 0.138,年均增长率达到 24.79%,这意味着全国各地区服务业绿色发展的差异在扩大。

##### 1. 区域内差异

根据中国国家统计局关于区域划分的标准,将全国划分为东部、中部、西部和东北部四大区域<sup>②</sup>。

① 永续盘存法估算资本存量的基本公式为  $K_{i,t} = I_{i,t} + (1 - \delta_{i,t}) K_{i,t-1}$ ,其中,  $K_{i,t}$  和  $K_{i,t-1}$  分别表示  $i$  地区在  $t$  时期和  $t-1$  时期的资本存量,  $I_{i,t}$  表示  $i$  省在  $t$  时期的不变价格的固定资产投资,  $\delta_{i,t}$  表示  $i$  省在  $t$  时期的资本折旧率。基期资本存量为  $K_{i,t-1} = I_{i,t} / (g_{i,t} + \delta_{i,t})$ ,  $g_{i,t}$  用服务业 2004—2016 年的增加值年平均增长率表示,服务业折旧率  $\delta_{i,t}$  统一设定为 4%。

② 本文采用中国统计局对于中国 31 省的四大地区划分,东部地区:北京、天津、河北、上海、江苏、浙江、福建、山东、广东和海南共 10 个省市;中部地区:山西、安徽、江西、河南、湖北和湖南 6 个省份;西部地区:内蒙古、广西、重庆、四川、贵州、云南、西藏、陕西、甘肃、青海、宁夏和新疆共 12 个省市;东北地区:辽宁、黑龙江和吉林 3 个省份。

图1显示了四大区域服务业绿色全要素生产率增长的区域内部差异及演变趋势,四大区域服务业绿色TFP增长的内部差异均呈现明显的扩大态势。从区域内差异的大小来看,2005—2008年,四大区域基尼系数的排序为东部、西部、中部、东北;2009—2010年,东部地区仍然居于首位,中部地区迅速上升,位居第二位,西部地区增长较为缓慢,下降到第三位;2012—2016年,中部和东北地区的基尼系数迅速增大,分别由第二位和第四位跃居第一位与第二位,同时东部和西部地区的基尼系数也在缓慢的增大,分别位居第三和第四。从数值上来看,四大地区的基尼系数均呈现持续增长的趋势,年均增长率依次为24.38%、46.04%、16%和40.36%,说明中部和东北地区内部省份之间的服务业绿色TFP增长的差异迅速扩大。

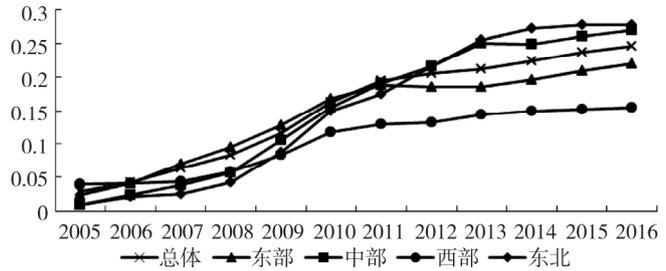


图1 总差异和区域内差异的变化趋势

## 2. 区域间差异

根据图2,服务业绿色全要素生产率增长的区域间差异呈逐年增大的趋势。具体来看,2014年前西-东北区域间差异的基尼系数呈明显的上升趋势,区域间差异显著扩大,2014年以来西-东北区域间差异小幅缩小。中-东北区间差异的扩大趋势最明显,基尼系数的平均增长率为36.99%,东-中、东-东北、中-西、东-西区域间差异的基尼系数都显著增加,年均增长率分别为31.40%、28.38%、24.82%、23.74%。

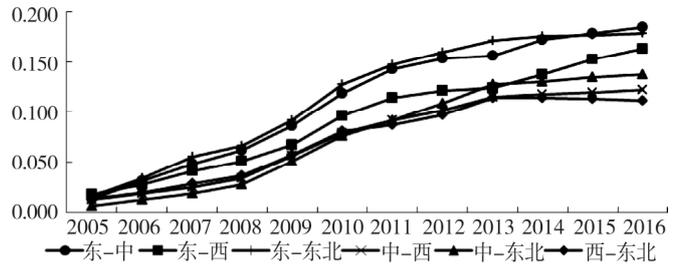


图2 区域间差异的变化趋势

## 3. 区域差异的来源及贡献

根据图3,区域间差异是服务业绿色全要素增长呈现空间差异的最主要来源。其中,区域间净值的贡献率最大,呈现出波动下降趋势,平均贡献率为50.52%;区域间超变密度的贡献比较小,呈现出波动中小幅上升的趋势,2005—2007年呈下降态势,由32.9%下降到15.9%,近年来呈小幅上升态势,平均贡献率为25.03%。区域内差异的贡献率比较小,并保持相对稳定态势,平均贡献率为24.45%。

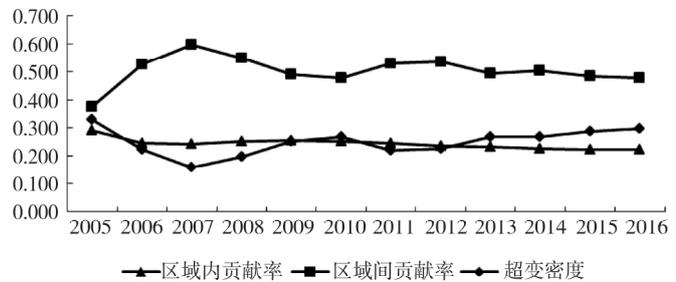


图3 差异来源的贡献率

区域内差异的贡献率比较小,并保持相对稳定态势,平均贡献率为24.45%。

### (二) 服务业绿色全要素生产率增长的分布动态

核密度估计方法能够判断出省际服务业绿色全要素生产率增长绝对差异的变动趋势、延展性以及极化趋势,从而反映出四大区域服务业绿色要素生产率增长的分布动态。

根据图4(a),东部地区服务业绿色全要素生产率增长指数分布经历了“右移-左移-右移”的演变过程,整体呈现明显的右移趋势,这意味着观测期内东部地区服务业绿色全要素生产率增长指数呈上升趋势;分布曲线的主峰高度上升,宽度变小,这意味着东部地区服务业发展的绝对差异呈缩小的趋势;从2013年开始东部地区分布曲线出现明显左拖尾,延展性呈收敛趋势,说明2013年以后东部地区个别省份服务业全要素生产率增长指数下降。近年来,服务业绿色全要素生产率增长指数累积值的分布曲线由一个主峰和一个侧峰构成,两极化趋势说明东部地区服务业绿色发展的内部差异在扩大。

根据图4(b),中部地区服务业绿色全要素生产率增长指数分布经历了“右移-左移-右移”的演变过程,但总体表现为左移,说明中部地区服务业绿色全要素生产率增长指数呈现下降的趋势;主峰分

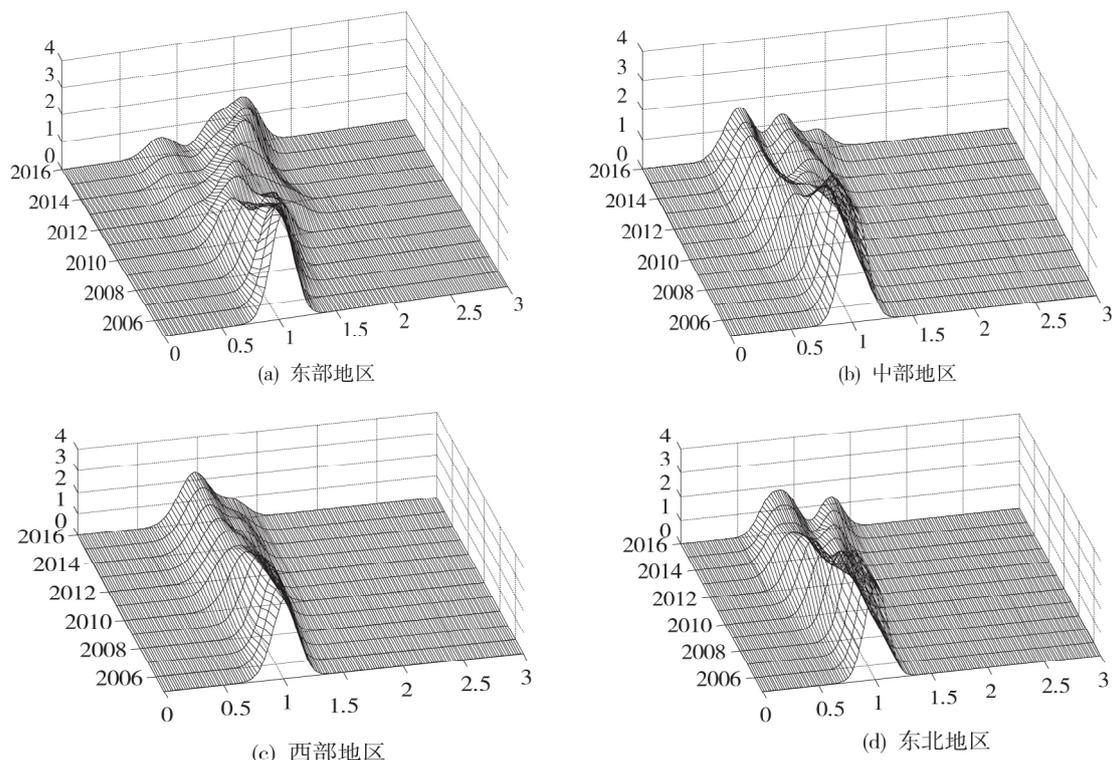


图4 四大区域服务业绿色全要素生产率增长的分布动态

布表现为高度下降,宽度增大,这意味着中部地区服务业发展的绝对差异具有扩大的趋势;中部地区分布曲线具有明显的右拖尾现象,延展性呈收敛趋势,说明中部地区有服务业发展水平较高的城市,例如:安徽省和江西省;中部地区存在两极分化趋势,从2009年开始呈现一个主峰和两个侧峰,且侧峰与主峰高度相近。

根据图4(c),西部地区服务业绿色全要素生产率增长指数分布曲线主峰经历了“右移-左移-右移”的变化过程,但是总体上表现为左移,因此西部地区服务业发展水平呈现总体下降的趋势;西部地区服务业发展分布的主峰高度下降,宽度增大,这意味着西部地区服务业发展的绝对差异具有扩大的趋势;西部地区分布曲线呈现右拖尾现象,延展性呈收敛趋势,说明存在服务业发展水平较高的省市,如:内蒙古、重庆和陕西等省份;西部地区服务业绿色全要素生产增长的多极化趋势不明显。

根据图4(d),东北地区服务业绿色全要素生产率增长指数分布曲线主峰经历了“右移-左移-右移”,但是总体上表现为左移,因此东北地区服务业发展水平呈现总体下降的趋势;东北地区服务业发展分布的主峰高度先下降后上升,这意味着东北地区服务业发展的绝对差异近年来有缩小的趋势;东北地区分布曲线呈现右拖尾现象,延展性呈收敛趋势,说明存在服务业发展水平较高的省市,如:辽宁省;东北地区服务业发展具有两极化趋势,分布曲线基本上由一个主峰和一个侧峰组成,有的侧峰高度较高,说明两极分化程度较强。

#### 四、服务业绿色全要素生产率增长的影响因素

##### (一) 变量选择及来源

根据已有文献<sup>[23-24]</sup>,本文主要考虑以下变量对服务业绿色全要素生产率增长的影响:(1)经济发展水平(PGDP),用人均GDP来衡量,回归中加入了人均GDP的二次项,以此来检验经济发展水平对服务业全要素生产率是否存在非线性的影响;(2)服务业发展水平(SVAL),采用各省市服务业增加值占地区生产总值的比例来衡量;(3)服务业实际利用外资(FDI),用各地区服务业实际利用外资额占地区增加值的比重表示;(4)对外直接投资(OFDI),用各地区服务业OFDI占地区增加值的比重表示;(5)贸易依存度(TRADE),利用各地区进出口规模占地区GDP的比重来表示;(6)人力资本水平

(HC) 用各省就业人员平均受教育年限来衡量。各省从业人员的平均受教育年限 = 研究生比例 × 19 + 本科比例 × 16 + 大专 × 15 + 高中比例 × 12 + 初中比例 × 9 + 小学比例 × 6。人力资本一方面可以影响技术的吸收能力,另一方面可以代表民众的环保意识,一个地区的从业人员的受教育程度越高,其环保意识越强;(7) 城镇化水平(UR) 用各省份城镇人口与总人口的比值来表示,夏杰长等指出,城镇化和服务业发展之间是一种互动关系,城市承载的人口集聚和各种要素集聚对服务业产生巨大的需求,通过人口和要素集聚彼此学习和竞争,从而提高服务业的生产效率<sup>[25]</sup>;(8) 财政支出(EXP) 采用各省份财政支出与地区生产总值比值来表示。以上的数据均来自于 2004—2017 年《中国统计年鉴》《中国人口统计年鉴》《中国劳动统计年鉴》以及各省的统计年鉴。

## (二) 空间相关性检验

不同地区服务业绿色全要素生产率的增长可能会受到地理相邻或经济发展程度相近地区的影响,我们首先对服务业绿色全要素生产率增长的空间相关性进行检验,本文采用 Moran's I 指数进行检验<sup>[26]</sup>,计算公式为:

$$Moran's I = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_i - \bar{x}) (x_j - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_i - \bar{x}) (x_j - \bar{x})}{s^2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}} \quad (12)$$

其中,  $s^2$  为  $X$  的方差,  $\bar{x}$  是  $X$  的算术平均数,  $n$  为空间单元的总数,  $x_i$  表示第  $i$  空间单元的观测值,  $w_{ij}$  为空间权重矩阵元素,在不同的权重矩阵下其表示的意义不同。

本文测算了三种空间权重矩阵下的 Moran's I<sup>①</sup> 指数,对全国各地区服务业绿色全要素生产率的空间相关性进行检验,结果如表 1 所示。

表 1 Moran's I 指数

年份	邻接权重			地理权重			经济权重		
	I	Z	P	I	Z	P	I	Z	P
2005	0.103	1.375	0.085	0.136	2.192	0.014	0.012	0.587	0.279
2006	0.149	1.587	0.056	0.120	1.714	0.043	0.133	1.866	0.031
2007	0.379	3.606	0.000	0.271	3.403	0.000	0.152	2.087	0.018
2008	0.342	3.281	0.001	0.218	2.818	0.002	0.140	1.951	0.026
2009	0.286	2.782	0.003	0.205	2.657	0.004	0.123	1.746	0.040
2010	0.257	2.516	0.006	0.175	2.313	0.010	0.157	2.114	0.017
2011	0.334	3.253	0.001	0.217	2.84	0.002	0.159	2.194	0.014
2012	0.311	3.009	0.001	0.194	2.549	0.005	0.133	1.874	0.030
2013	0.209	2.086	0.019	0.131	1.809	0.035	0.107	1.558	0.060
2014	0.204	2.032	0.021	0.124	1.723	0.042	0.098	1.449	0.074
2015	0.184	1.865	0.031	0.113	1.605	0.054	0.111	1.594	0.055
2016	0.200	1.999	0.023	0.111	1.583	0.057	0.098	1.451	0.073

从上述的检验结果可以看出:(1) 在邻接权重矩阵下,自 2005 年开始 Moran's I 指数一直显著为正,而且指数总体上数值较大;在地理距离权重矩阵下, Moran's I 指数自 2005 年开始一直处于显著为正的情况,总体上呈下降趋势,说明中国各地区的服务业绿色全要素生产率存在显著正向空间相关性,但是这种相关性越来越弱;在经济空间矩阵下, Moran's I 指数自 2006 年开始显著为正,说明中国省域的服务业绿色全要素生产率在人均 GDP 的权重下具有正相关关系,且指数呈现上升的趋势。(2) 邻接权重下的 Moran's I 指数最大,经济权重下的 Moran's I 指数最小。这说明两个相邻省市之间具有较强的空间依赖性,经济因素在一定程度上减弱了区域之间的正相关关系。若两相邻的省份之

① Moran's I 指数的取值范围是 [-1, 1], 大于 0 时表示存在空间正相关, 小于 0 时表示存在空间负相关, 等于 0 时表示空间不相关, 也就是空间独立分布, Moran's I 指数的绝对值越大, 表示空间相关性越大; 其绝对值越小, 表示空间相关性越小。

间经济水平相差较大,会造成资源配置的不合理性,大量的资源会涌向经济水平较高的省份,导致实际服务业绿色全要素生产率差距较大。

为了观察各地区服务业绿色全要素生产率增长的空间集聚特征,本文绘制了三种空间权重下服务业绿色全要素生产率指数的 Moran's I 散点图<sup>①</sup>。限于篇幅,文中只报告 2016 年的结果。如图 5 所示,在三种空间权重下,大多数省份位于第一、第三象限,邻接权重下有 19 个省份,地理权重下 20 个省份,经济权重下 23 个省份,表明中国各地区服务业绿色全要素生产率增长存在显著的空间依赖性和高度的空间集聚特征,这要求我们在研究各地区服务业绿色全要素生产率的影响因素时,不能忽略其空间依赖性,否则会导致估计结果不准确。

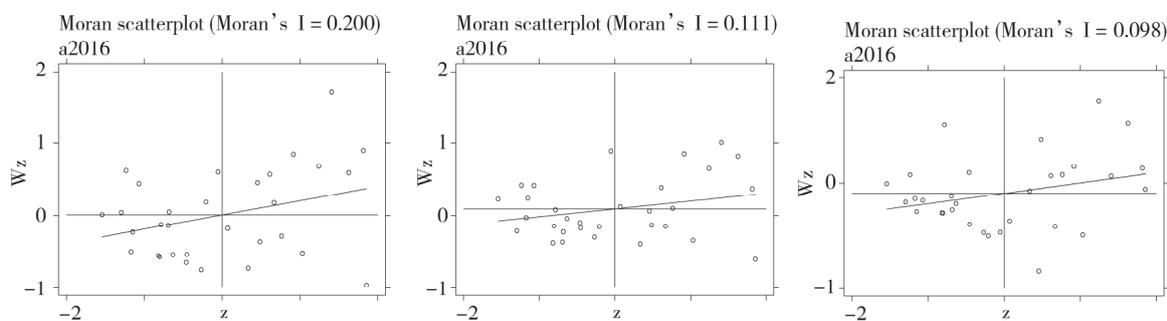


图 5 2016 年 Moran's I 散点

### (三) 空间溢出效应分解

空间杜宾模型(SDM)。假设区域  $i$  的因变量  $y_i$  依赖于相邻区域的解释变量,SDM 模型的一般形式为<sup>[27]</sup>:

$$TFP = \alpha I_n + \rho W T F P + \beta X + \theta W X + \varepsilon \quad (13)$$

其中,被解释变量  $TFP$  为各省份服务业绿色全要素生产率指数, $X$  为各影响因素。 $\alpha$  是一个常数项, $I_n$  为  $N \times 1$  阶单位矩阵, $N$  为观察样本的省份个数, $\varepsilon$  为误差项, $W$  是空间矩阵, $\rho W T F P$  和  $\theta W X$  分别表示因变量和自变量受到的空间影响。

空间 SDM 模型的选择主要基于两大原则:第一,AIC 最小准则;第二,Log Likelihood 最大原则。根据检验值,FE(固定效应模型)为经济权重矩阵下最优的解释模型;然而  $\rho$  值显著不等于零,说明回归系数不能直接用来解释各变量的经济意义。根据空间偏微分方法,本文对服务业绿色全要素生产率增长的影响因素的空间溢出效应进行分解,结果如表 2 所示。

#### 1. 全国层面的空间溢出效应分解

从影响因素的区域内溢出效应来看,服务业发展水平、对外直接投资、城镇化、开放程度以及财政支出的影响系数为正且均通过 1% 的显著性检验,说明服务业发展水平对该地区内的服务业绿色全要素生产率增长具有显著的促进作用;某地区对外直接投资有助于该地区服务业绿色全要素生产率的提高,这是因为 OFDI 的逆向技术溢出促进了母国地区服务业技术进步和技术效率的改善;城镇化率的提高会显著的提高该地区的服务业绿色全要素生产率的增长,这是因为城镇化水平的提高有助于服务业集聚,产生生产和技术的正外部性,有利于提高服务业绿色全要素生产率;一个地区对外开放程度越高,进出口贸易规模越大,通过进出口贸易获得的国外研发资本积累以及技术外溢有助于当地服务业的绿色增长;财政支出水平一定程度上体现了政府对经济发展的支持,财政支出的提高会对该地区服务业绿色全要素生产率的提高产生显著的促进作用;实际利用外资的影响系数为正并通过了

<sup>①</sup>散点图的一、二、三、四象限分别表示“高-高自相关(HH)”“低-高自相关(LH)”“低-低自相关(LL)”“高-低自相关(HL)”。象限表示区域和周边地区的服务业绿色全要素生产率水平较高,二者之间差异较小;象限表明该地区服务业绿色全要素生产率水平较低,周边地区较高,二者的空间差异较大;象限表示区域和周边地区的服务业绿色全要素生产率水平较低,二者空间差异程度较小;象限表明该地区服务业绿色全要素生产率水平较高,周边地区较低,二者的空间差异较大。

10% 显著性水平检验,这意味着利用外资能够获得一定的技术外溢,从而有利于当地服务业绿色全要素生产率的增长。人均 GDP 和人力资本的影响系数都不显著,说明这两个变量对区域内服务业绿色全要素生产率增长的影响不明显。

表 2 影响因素的空间溢出效应分解

	全国	东部	中部	西部	东北	
区域内溢出效应	<i>PGDP</i>	0.042 9 (1.40)	-0.020 6 (-0.38)	0.322 *** (3.37)	0.121 *** (2.84)	-0.007 63 (-0.10)
	<i>PGDP</i> <sup>2</sup>	0.001 61 (0.87)	0.002 20 (0.82)	-0.051 5 *** (-5.45)	-0.002 29 (-0.65)	-0.001 88 (-0.26)
	<i>SVAL</i>	1.488 *** (7.61)	2.949 *** (5.67)	-0.446 (-1.59)	0.627 *** (3.94)	-0.046 4 (-0.13)
	<i>HC</i>	-0.020 5 (-1.24)	-0.038 4 (-0.89)	-0.068 5 ** (-2.33)	-0.025 3 ** (-2.23)	0.083 2 ** (2.12)
	<i>IFDI</i>	0.622 * (1.89)	1.580 *** (2.88)	-0.176 (-0.35)	1.357 *** (2.98)	-0.260 (-0.99)
	<i>OFDI</i>	2.115 *** (4.54)	1.683 ** (2.18)	0.840 (0.29)	0.503 (0.59)	-1.158 (-0.39)
	<i>UR</i>	1.232 *** (3.68)	1.523 * (1.83)	0.911 (1.10)	-1.432 *** (-2.90)	3.490 *** (3.12)
	<i>TRADE</i>	0.183 *** (2.93)	0.329 *** (3.37)	1.708 *** (7.71)	-0.136 (-1.50)	0.976 *** (2.85)
	<i>EXP</i>	0.539 *** (3.73)	0.555 (0.77)	2.768 *** (5.23)	-0.195 (-1.45)	-0.197 (-0.35)
	<i>PGDP</i>	-0.190 *** (-3.75)	0.159 (1.64)	-0.479 *** (-3.41)	0.219 ** (2.19)	0.044 8 (0.55)
区域间溢出效应	<i>PGDP</i> <sup>2</sup>	0.011 9 *** (3.28)	-0.013 4 ** (-2.17)	0.077 0 *** (5.09)	-0.036 8 *** (-3.84)	-0.011 7 (-1.56)
	<i>SVAL</i>	-2.413 *** (-8.13)	0.380 (0.35)	-0.075 1 (-0.15)	0.354 (0.88)	2.290 *** (5.56)
	<i>HC</i>	-0.055 8 ** (-2.04)	-0.024 1 (-0.35)	-0.000 988 (-0.02)	-0.010 7 (-0.54)	-0.037 8 (-1.12)
	<i>IFDI</i>	0.520 (0.82)	2.475 ** (2.29)	0.680 (0.79)	0.477 (0.41)	-0.370 (-1.35)
	<i>OFDI</i>	-2.918 *** (-3.15)	0.577 (0.52)	8.366 * (1.91)	6.004 *** (2.58)	-15.46 *** (-3.97)
	<i>UR</i>	2.276 *** (3.52)	-1.716 (-1.24)	-1.186 (-0.86)	-0.576 (-0.44)	1.870 (1.15)
	<i>TRADE</i>	-0.131 (-1.32)	0.202 (0.85)	-0.737 * (-1.74)	0.690 *** (2.85)	0.498 (1.29)
	<i>EXP</i>	0.071 7 (0.25)	1.188 (0.75)	-0.948 (-1.04)	-0.759 ** (-2.49)	0.425 (0.57)

	全国	东部	中部	西部	东北
<i>PGDP</i>	-0.147*** (-3.57)	0.138 (1.50)	-0.157 (-1.56)	0.340*** (2.96)	0.0372 (0.66)
<i>PGDP</i> <sup>2</sup>	0.0135*** (4.31)	-0.0112* (-1.76)	0.0256** (2.11)	-0.0390*** (-3.61)	-0.0136** (-2.36)
<i>SVAL</i>	-0.925*** (-3.96)	3.329*** (3.15)	-0.521 (-1.38)	0.981** (2.25)	2.244*** (3.49)
<i>HC</i>	-0.0764*** (-3.42)	-0.0625 (-0.92)	-0.0695* (-1.67)	-0.0359* (-1.78)	0.0453 (1.24)
总效应 <i>IFDI</i>	1.142* (1.71)	4.055*** (3.78)	0.504 (0.53)	1.834 (1.31)	-0.630* (-1.77)
<i>OFDI</i>	-0.803 (-0.93)	2.261* (1.69)	9.205** (2.05)	6.507** (2.47)	-16.62*** (-3.10)
<i>UR</i>	3.507*** (4.95)	-0.194 (-0.14)	-0.275 (-0.25)	-2.008 (-1.36)	5.360*** (3.14)
<i>TRADE</i>	0.0525 (0.50)	0.531** (2.26)	0.970** (2.26)	0.554** (1.98)	1.473*** (2.71)
<i>EXP</i>	0.611** (2.29)	1.743 (1.13)	1.820** (2.17)	-0.954*** (-2.71)	0.228 (0.21)

注: \*、\*\*、\*\*\* 分别表示在 10%、5% 和 1% 的显著性水平下显著, 括号内为标准差。

从影响因素的区域间溢出效应来看, 人均 GDP、服务业发展、人力资本以及 OFDI 的影响系数都在不同的显著性水平上显著为负, 说明这些变量对服务业绿色全要素生产率的增长产生明显的区域间负向溢出效应。这可能是由于我国服务业发展还是以传统的低端服务业为主, 具有高技术含量的现代服务业还处于初级发展阶段<sup>[28]</sup>, 所以地区间的相互竞争, 抑制了经济实力相似地区服务业绿色全要素生产率的增长; 人力资本水平较高的地区往往有较强的技术吸收能力, 更容易吸引物资资本和技术, 对经济相邻地区产生显著的竞争效应, 使得经济发展水平的地区的经济资源和生产要素的大量流失, 从而其生产率下降<sup>[29]</sup>; OFDI 产生的逆向技术溢出增强了本地区与经济发展程度相近地区的竞争, 抑制了其他地区服务业绿色全要素生产率的增长。城镇化水平的影响系数为 2.276, 并通过 1% 的显著水平检验, 一个地区城镇化的提高, 产生的要素集聚具有显著的外部性, 能够促进经济发展程度相近地区服务业绿色全要素生产率的提高。

区域内溢出效应和区域间溢出效应的和就是影响因素的总效应。从影响因素的总效应来看, 人均 GDP、服务业增长以及人力资本的系数均显著为负, 意味着经济发展水平、服务业水平以及人力资本水平的提高会显著抑制服务业绿色全要素生产率的增长, 这说明从全国来看服务业的发展以及整体经济增长仍然是粗放型增长模式; 实际利用外资、城镇化水平和财政支出的影响系数均显著为正, 说明实际利用外资强度加大, 城镇化水平的提高以及财政支出的扩大均有助于服务业绿色全要素生产率的增长。

## 2. 分区域层面的空间溢出效应分解

东部地区空间溢出效应分析。从区域内溢出效应来看, 服务业发展水平的提高、实际利用外资强度的加强、对外投资强度的加大、城镇化水平和对外开放度的提高对该地区服务业绿色全要素生产率均具有显著的促进作用; 从区域间溢出效应来看, 实际利用外资的影响显著为正, 说明利用外资的技术外溢对经济发展相近地区产生了正外部性, 经济发展水平二次项的影响系数显著为负, 说明经济发展水平相近的地区之间具有较强的竞争力, 若一个地区经济发展水平提高会使得该地区竞争力加强,

生产要素和资源会大量的涌入,不利于其他地区服务业绿色全要素生产率的增长;从总效应来看,服务业的增长、利用外资、对外投资以及开放水平都有利于东部地区服务业绿色全要素生产率的增长,说明东部地区作为外资研发和总部中心的主阵地,以及贸易和对外投资的主要集聚地,开放的市场和发达的服务业经济,都显著促进了地区服务业绿色全要素生产率的增长。

中部地区的空间溢出效应分析。从区域内溢出效应来看,人均GDP、对外开放度、财政支出的影响显著为正,说明在中部地区经济增长、市场开放程度以及政府支持能够显著地促进区域内服务业绿色全要素生产率的增长;而人力资本的影响显著为负,这意味着中部地区的人才短缺,明显影响了对技术的吸收能力,抑制了当地服务业绿色全要素生产率的增长;从区域间溢出效应来看,OFDI的影响显著为正,说明OFDI的逆向溢出效应对经济发展相近地区产生学习效应,有利于经济发展相近地区的服务业绿色TFP的增长;而人均GDP和对外开放程度对经济发展相邻地区的服务业绿色全要素生产率产生抑制作用;从总效应来看,中部地区OFDI、进出口贸易以及政府支持能够明显促进服务业绿色全要素生产率的增长,而人力资本成为中部地区服务业绿色TFP增长的制约因素。

西部地区的空间溢出效应分析。从区域内溢出效应来看,人均GDP、服务业发展水平、实际利用外资能够显著促进区域内服务业绿色全要素生产率的增长,而人力资本和城镇化水平能够显著抑制服务业绿色全要素生产率的增长;从区域间溢出效应来看,人均GDP、OFDI以及对外开放度的区域间影响显著为正,财政支出的区域间溢出效应显著为负;从总效应来看,人均GDP、服务业增长、OFDI和对外开放程度等变量对服务业绿色要素生产率的增长产生显著的促进作用;而人力资本和财政支持产生显著的抑制作用。

东北地区的空间溢出效应分析。从区域内溢出效应来看,人力资本、城镇化和对外开放度的系数显著为正,能够促进服务业绿色全要素生产率的增长,而其他变量不显著;从区域间溢出效应来看,服务业发展水平能够产生显著的区域间正向溢出效应,而OFDI产生显著的区域间负向溢出效应;从总效应来看,服务业增长、城镇化和对外依存度对服务业绿色全要素生产率增长的影响显著为正,而利用外资和对外投资的影响都显著为负,说明东北地区利用外资的技术外溢和对外投资的逆向技术溢出效应不明显,同时外资引入加剧国内市场竞争,对当地服务业全要素生产率的提高产生不利影响。

## 五、结论与启示

本文基于SBM方向距离函数,利用DEA技术测算出中国省际服务业绿色全要素生产率指数,借助基尼系数分解方法和核密度估计方法,科学分析和刻画了服务业绿色全要素生产率增长的空间差异及分布动态,结合空间偏微分方法检验了服务业绿色全要素生产率增长的影响因素以及影响因素的空间溢出效应。主要结论为:第一,中国服务业绿色全要素生产率增长的空间差异呈扩大趋势,空间非均衡问题主要来自于区域间差异;第二,中国服务业绿色全要素生产率增长的绝对差异呈扩大态势,全国和四大区域服务业绿色全要素生产率增长呈现出多极化分布的趋势;第三,从服务业绿色全要素生产率增长的影响因素的总效应来看,实际利用外资、城镇化水平的提高和财政支出的增加有助于服务业绿色全要素生产率的增长;而经济发展水平、服务业水平以及人力资本水平的提高会显著抑制服务业绿色全要素生产率的增长。同时,影响因素的区域内溢出效应和区域间溢出效应存在明显差异,服务业发展水平、对外直接投资、城镇化、开放程度以及财政支出的区域内溢出效应显著为正;人均GDP、服务业增长、对外投资、人力资本等变量的区域间溢出效应显著为负。分区域来看,东部地区,服务业发展水平的提高、实际利用外资强度的加强、对外投资强度的加大、城镇化水平和对外开放度的提高对区域内服务业绿色全要素生产率的增长具有显著的促进作用;中部地区,人均GDP、对外开放度、财政支出的区域内溢出效应显著为正;西部地区,人均GDP、服务业增长、实际利用外资能够显著促进区域内服务业绿色全要素生产率的增长;东北地区,服务业绿色全要素生产率的增长主要受人力资本、城镇化和对外开放度等变量的影响。

上述研究结论对于缩小服务业绿色增长的区域不平衡,推动服务业绿色全要素生产率区域协同增长具有重要的启示。第一,为实现服务业高质量发展,全国及各区域应将提升服务业绿色全要素生

产率作为统一目标协同推进, 正视服务业增长中的环境问题, 积极推动服务业绿色全要素生产率的提高来助力经济转型和新旧动能转换; 第二, 加强区域间经济协调发展的同时, 推进各地区服务业绿色全要素生产率的协调发展来缩小地区经济差距, 从而实现服务业绿色高质量发展和区域协调发展的深度融合; 第三, 结合实证分析的结论, 充分考虑不同地区的异质性特征, 采取因地制宜的措施, 实现服务业绿色全要素生产率的区域协同提升。东部地区发达的服务业经济以及开放的市场环境有助于服务业绿色全要素生产率的提高, 继续扩大对外投资和利用外资规模, 鼓励进出口贸易增长, 尤其注重吸引外资在东部地区设立研发和总部中心; 对中西部地区, 人才短缺是服务业绿色全要素生产率增长的主要障碍, 因此, 中西部地区要加大人才培养与引进的力度, 结合服务业发展以及“一带一路”倡议, 扩大服务贸易以及服务业利用外资规模, 同时积极承接东部地区的产业转移, 促进区域协调发展与服务业高质量增长的深度融合; 对东北地区, 作为中国的老工业基地, 要结合地区优势和产业优势扩大进出口贸易, 积极推动制造业的服务化进程, 发挥东北特色城镇化对服务业绿色全要素生产率的促进作用。

#### 参考文献:

- [1] CHRISTENSEN, JORGENSON D W, LAU L J. Transcendental logarithmic production frontiers [J]. *Review of economics and statistics*, 1973, 55(1): 28-45.
- [2] WOOLDRIDGE J M. On estimating firm-level production functions using proxy variables to control for unobservable [J]. *Economics letters*, 2009, 104(3): 112-114.
- [3] DORASZELSKI U, JAUMANDREU J. R&D and productivity: estimating endogenous productivity [J]. *Review of economic studies*, 2013, 80(4): 1338-1383.
- [4] FARE R, GROSSKOPF S, LINDERGREN B, et al. Productivity changes in Swedish pharmacies 1980-1989: a non-parametric Malmquist approach [J]. *Journal of productivity analysis*, 1992, 3(1-2): 85-101.
- [5] 顾乃华. 1992—2002 年我国服务业增长效率的实证分析 [J]. *财贸经济* 2005(4): 85-90+97.
- [6] 崔敏, 魏修建. 服务业各行业生产率变迁与内部结构异质性 [J]. *数量经济技术经济研究* 2015(4): 3-21.
- [7] 杨廷干, 吴开尧. 服务业全要素生产率变化及驱动因素——基于细分行业的研究 [J]. *统计研究* 2017(6): 69-78.
- [8] 夏杰长, 肖宇, 李诗林. 中国服务业全要素生产率的再测算与影响因素分析 [J]. *学术月刊* 2019(2): 34-43+56.
- [9] CHUNG Y H, FARE R, GROSSKOPF S. Productivity and undesirable outputs: a directional distance function approach [J]. *Journal of environmental management*, 1997, 51(3): 229-240.
- [10] 吴军. 环境约束下中国地区工业全要素生产率增长及收敛分析 [J]. *数量经济技术经济研究* 2009(11): 17-27.
- [11] 匡远凤, 彭代彦. 中国环境生产效率与环境全要素生产率分析 [J]. *经济研究* 2012(7): 62-74.
- [12] 刘华军, 李超. 中国绿色全要素生产率的地区差距及其结构分解 [J]. *上海经济研究* 2018(6): 35-47.
- [13] 庞瑞芝, 王亮. 服务业发展是绿色的吗——基于服务业环境全要素效率分析 [J]. *产业经济研究* 2016(4): 18-28.
- [14] 顾乃华, 李江帆. 中国服务业技术效率区域差异的实证分析 [J]. *经济研究* 2006(1): 46-56.
- [15] 徐盈之, 赵玥. 信息服务业全要素生产率变动的区域差异与趋同分析 [J]. *数量经济技术经济研究* 2009(10): 49-60+86.
- [16] 刘兴凯, 张诚. 中国服务业全要素生产率增长及其收敛分析 [J]. *数量经济技术经济研究* 2010(3): 55-67+95.
- [17] 王恕立, 滕泽伟, 刘军. 中国服务业生产率变动的差异分析——基于区域及行业视角 [J]. *经济研究* 2015(8): 73-84.
- [18] 肖挺. 我国省份间服务业全要素生产率的检验分析 [J]. *云南财经大学学报* 2017(2): 70-82.
- [19] DAGUM C. A new approach to the decomposition of the Gini income inequality ratio [J]. *Empirical economics*, 1997, 22(4): 515-531.
- [20] QUAH D. Galton's fallacy and tests of the convergence hypothesis [J]. *Scandinavian journal of economics*, 1993, 95(4): 427-443.

- [21]王恕立,胡宗彪.中国服务业分行业生产率变迁及异质性考察[J].经济研究,2012(4):15-27.
- [22]庞瑞芝,邓忠奇.服务业生产率真的低吗?[J].经济研究,2014(12):86-99.
- [23]王美霞.中国生产性服务业细分行业全要素生产率异质性与影响因素研究[J].经济经纬,2013(3):75-79.
- [24]王恕立,王许亮,藤泽伟.中国双向FDI的生产率效应研究——基于资源环境约束的视角[J].国际商务,2017(5):65-78.
- [25]夏杰长,姚战琪,齐飞.中国服务贸易竞争力的理论与实证研究[J].中国社会科学院研究生院学报,2014(3):40-49.
- [26]ANSELIN L. Spatial econometrics: methods and models[M]. Berlin: Springer Netherlands publishers, 1988.
- [27]LESAGE J, PACE R K. Introduction to spatial econometrics[M]. Boca Raton: CRC Press, 2009.
- [28]王恕立,胡宗彪.服务业双向FDI生产效应研究——基于人力资本的面板门槛模型估计[J].财经研究,2013(11):90-101.
- [29]魏下海.人力资本、空间溢出与省际全要素生产率增长——基于三种空间权重测度的实证检验[J].财经研究,2010(12):94-104.

(责任编辑:陈春;英文校对:葛秋颖)

## Spatial Differences and Influencing Factors of Green Total Factor Productivity in China's Service Industry

CHEN Jinghua, WANG Susu

(School of Economics, Shandong University of Finance and Economics, Jinan 250014, China)

**Abstract:** Considering environmental pollution in services, this paper uses ML productivity index to estimate green total factor productivity (GTFP) of service industries in different regions. Based on Gini coefficient decomposition method and nuclear density estimation method, this paper depicts spatial difference and distribution dynamics of the GTFP scientifically, and uses spatial partial differential method to analyze the spatial spillover effect of influence factors. The results show that the spatial difference of the GTFP in service industries is expanding, and the spatial unbalance mainly comes from inter-regional difference. The absolute difference is increasing, and the growth of GTFP in the whole country and the four major regions shows a trend of multi-polarization distribution. The growth of service industry, FDI, OFDI, trade, urbanization and fiscal expenditure have significant positive intra-regional spillover effects on the growth of GTFP in service industry, while the PGDP, the growth of service industry, OFDI and human capital have significant negative inter-regional spillover effects. Based on the conclusions, heterogeneous characteristics should be taken full attention and measures should be taken according to local conditions, to realize regional coordinated improvement of green total factor productivity in service industry.

**Key words:** green total factor productivity of service industries; spatial difference; spatial spillover effect