

贸易开放对绿色全要素生产率的影响

——基于长三角地区40个地级市面板数据的实证分析

邱婷¹, 吕宏芬², 童素娟¹

(1. 浙江科技学院 经济与管理学院, 杭州 310023; 2. 浙江外国语学院 国际商学院, 杭州 310023)

摘要:基于2005—2020年长三角地区40个地级市的面板数据,借助Malmquist指数对长三角地区的绿色全要素生产率(GTFP)进行测算,并分析对外贸易对其所产生的影响。结果显示,长三角地区绿色经济效率在不断提升,主要由绿色技术进步所推动。实证结果表明,贸易开放对长三角地区绿色全要素生产率起到了显著的正向影响,并且产业结构是贸易开放提升绿色全要素生产率的作用机制。为此,在提高对外开放水平的同时,应不断推动产业结构升级转型。

关键词:贸易开放;绿色全要素生产率(GTFP);产业结构

中图分类号:F752 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2023)19-0101-07

2020年我国进出口贸易额达到32.22万亿元,同比增长2.0%^①,是全球外贸唯一正增长的主要经济体,但在经济迅速腾飞的同时,环境问题也日趋严重。在“绿水青山就是金山银山”理念的背景下,研究经济发展和环境保护协同推进是十分重要的。

长三角地区地理位置优越,文化底蕴深厚,作为中国经济最活跃、开放程度最高、创新能力最强的地区之一,是中国经济发展的重要引擎,对整个中国的经济发展都发挥着重要影响力,在参与经济全球化和对外贸易中处于较高水平。2021年,长三角进出口贸易总额14.1万亿元,占全国36.1%^②。2019年《长江三角洲区域一体化发展规划纲要》将生态环境保护放在了重要位置,党的二十大也提到需要加快发展方式绿色转型、推进污染防治、推进资源节约集约利用,推进经济绿色发展和可持续发展,这在本质上就是要提高绿色全要素生产率(green total factor productivity, GTFP)。因此长三角地区在经济发展的过程中必须兼顾环境保护,而GTFP可以作为衡量长三角地区经济绿色发展和环境保护的重要衡量指标。

1 文献综述

全要素生产率是衡量区域经济增长的重要指

标之一^[1],因此备受国内外学者关注。全要素生产率最早于《生产率核算》一书中首次明确其内涵。随着学者们对其研究的不断深入以及环境问题的日益突出GTFP应运而生。Chung等^[2]在测算瑞典纸浆和造纸工业的生产率变化时,首次提出了方向性距离函数,将污染物作为非期望产出纳入经济增长模型中,弥补了传统测算方法的不足。Tone^[3]提出了非径向、非角度的SBM(slacks-based measure)模型。Oh^[4]构建了GML(Global Malmquist-Luenberger)指数,将全局参比Malmquist与包含非期望产出的方向性距离函数结合进行测算。

有关贸易开放与绿色全要素生产率之间的研究结果较为丰富,但对于二者之间的关系还没有形成统一的结论。部分学者认为贸易开放能促进绿色全要素生产率的生长。李光龙和范贤贤^[5]以30个省(区、市)为样本,发现贸易开放能够通过促进技术进步来促进绿色全要素生产率的生长。陈燕翎等^[6]通过研究发现总体而言,农产品进口和出口均能够促进农业绿色全要素生产率的生长,有助于经济高质量发展。陈燕君和王圆圆^[7]发现农产品进口和出口都能对农业绿色全要素生产率产生正向影响,且出口贸易的正向效果更明显。同时也有

收稿日期:2023-07-13

作者简介:邱婷(1999—),女,浙江湖州人,浙江科技学院经济与管理学院,硕士研究生,研究方向为绿色经济;吕宏芬(1974—),女,浙江湖州人,浙江外国语学院国际商学院,教授,硕士,研究方向为国际贸易与技术创新;通信作者童素娟(1981—),女,浙江龙游人,浙江科技学院经济与管理学院,副教授,博士,研究方向为公共管理与公共政策。

①②数据来源于《中国统计年鉴》。

学者持反对态度。吴敏洁等^[8]研究发现出口贸易抑制了中国制造业绿色全要素生产率的提升。武宵旭等^[9]以“一带一路”跨国面板数据为样本,研究发现由于利用地廉价劳动力和传统服务贸易,从而导致对外开放显著降低了绿色全要素生产率。张建清和董洁明^[10]研究“一带一路”沿线省份的绿色全要素生产率,发现对外贸易会抑制绿色全要素生产率的提高,而且随着对外贸易水平的提高,抑制作用会逐渐减弱。黄庆华等^[11]发现贸易开放显著抑制了绿色全要素生产率的提升,但环境规制能够发挥积极的调节作用。宋瑛和汪宏宇^[12]以成渝地区十级面板数据为研究对象,发现目前对外贸易的规模结构不利于成渝地区绿色全要素生产率的提升,出口会产生显著的负向影响。张贺和许宁^[13]发现对外开放会对绿色全要素生产率产生显著的负向影响。同时一些学者认为贸易开放对绿色全要素生产率存在不确定的影响。景维民和张璐^[14]发现对外开放对中国绿色技术的影响可以分解为正向的技术溢出效应和负向的产品结构效应,进口对于绿色技术进步具有推动作用,而出口则造成了负面影响。彭星和李斌^[15]采用全局 ML(Malmquist-Luenberger)指数测算工业绿色全要素生产率对工业经济增长的贡献率作为工业绿色转型的指标,发现进口贸易有利于工业绿色转型,低水平的出口贸易扩张不利已工业绿色转型,并且存在经济发展水平、研发水平等门槛。徐培等^[16]分析了贸易开放对皖江经济带 9 个城市群绿色全要素生产率的影响,发现贸易开放会呈现先负后正的“U”形关系。赵军和李艳娜^[17]基于超效率 SBM 模型,以“一带一路”沿线 17 个省份为研究对象,发现贸易开饭对绿色生态效率存在“U”形关系。高新和方敏婕^[18]运用门槛模型实证发现贸易开放对绿色全要素生产率的作用会受到环境规制的影响,在跨越门槛之后负面影响才会得到缓解。

但通过梳理相关文献发现,仍有拓展空间:①在研究对象上,大多文献从省级视角展开,以长三角地区地级市为研究对象研究的文献较少,因此本文在对长三角地区 40 个地级市绿色全要素生产率测算的基础上,探讨贸易开放对绿色全要素生产率的影响;②在研究内容上,大多数文献都是采用单一指标测算非期望产出,而本文选择了工业二氧化硫、工业废水和工业烟尘排放量,并采用熵值法综合进行测算作为非期望产出,能够较为全面衡量非期望产出。

因此,现以长三角地区地级市为研究对象,研究贸易开放对长三角地区 GTFP 的影响,希望能进一步促进长三角地区的高质量发展。

2 绿色全要素生产率的测度

采用非径向的、非角度的 SBM 方向性距离函数,结合 ML 指数测算长三角地级市的 GTFP,时间跨度为 2005—2020 年。

2.1 指标选取

2.1.1 投入指标

投入指标有 3 种,分别为资本投入、劳动力投入和资源投入。资本投入一般采用资本存量来进行衡量。目前一般做法是利用资本存量来代表资本投入,但由于地级市层面的资本存量难以估计,因此借鉴刘秉镰和李清彬^[19]的做法,利用固定资产投资额来描述资本投入。劳动力投入采用各地级市年末全社会就业人数衡量。资源投入借鉴苏科和周超^[20]的研究,资源投入采用建成区面积、全社会用电量和供水总量。

2.1.2 产出指标

产出可分为期望产出和非期望产出。期望产出借鉴大多数学者采用的各地级市的实际 GDP 衡量。非期望产出也称坏产出,不同文献衡量方式不同,如果仅仅只用一种指标来衡量有可能导致计算出来的 GTFP 产生偏差。因此本文选取工业废水、工业二氧化硫、工业烟(粉)尘的排放量作为非期望产出,并通过熵值法构建综合指标作为非期望产出,能够更加全面地衡量非期望产出。

2.2 测算结果

利用 Maxdea 软件测算出 2005—2020 年长三角地区地级市的绿色全要素生产率,当 GTFP>1 时,说明绿色经济的生产率上升,反之则表示下降。长三角地区 40 个地级市绿色全要素生产率指数在 2005—2020 年的几何平均值结果见表 1。由表 1 可知,从长三角地区整体层面来看,长三角地级市的绿色全要素生产率在 2005—2020 年几何平均值为 1.046 320,说明长三角地区处于生产前沿面上,绿色经济的生产率在上升,年平均上升了 4.6 个百分点。同时数据说明了长三角地区绝大多数城市绿色经济的效率在不断提升,表明长三角地区在秉持着“绿水青山就是金山银山”的理念下,不断落实长三角一体化绿色协调发展,在保证经济发展的同时也加强区域生态环境保护力度,提高资源能源利用效率。

表 1 2005—2020 年长三角地区地级市绿色
全要素生产率指数的几何平均值

城市	GTFP	城市	GTFP	城市	GTFP
南京	1.077 870	宁波	1.050 231	马鞍山	1.043 367
无锡	1.052 244	温州	1.060 432	淮北	1.025 723
徐州	1.062 587	嘉兴	1.065 365	铜陵	1.025 308
常州	1.070 971	湖州	1.050 323	安庆	1.037 679
苏州	1.050 065	绍兴	1.025 523	黄山	1.021 257
南通	1.050 560	金华	1.059 307	滁州	1.029 721
连云港	1.047 038	衢州	1.065 284	阜阳	0.988 102
淮安	1.080 338	舟山	1.039 584	宿州	1.028 425
盐城	1.046 808	台州	1.054 534	六安	1.030 160
扬州	1.053 255	丽水	1.046 202	亳州	1.076 736
镇江	1.055 882	合肥	1.060 019	池州	1.037 900
泰州	1.046 910	芜湖	1.032 966	宣城	1.034 343
宿迁	1.035 574	蚌埠	1.040 248	几何平均值	1.046 320
杭州	1.060 415	淮南	1.030 850		

表 2 2005—2020 年长三角地区地级市总体绿色全要素生产率及分解指数

年份	GTFP	增长率/%	GEC	增长率/%	GTC	增长率/%
2005—2006 年	1.028 654	2.87	1.005 141	0.51	1.028 600	2.86
2006—2007 年	1.069 689	6.97	0.986 990	-1.30	1.089 576	8.96
2007—2008 年	1.080 726	8.07	0.996 784	-0.32	1.096 929	9.69
2008—2009 年	0.986 647	-1.34	0.983 687	-1.63	1.004 752	0.48
2009—2010 年	1.064 048	6.40	0.988 675	-1.33	1.084 849	8.48
2010—2011 年	1.094 643	9.46	1.045 680	4.57	1.053 176	5.32
2011—2012 年	1.023 555	2.36	1.002 939	0.29	1.021 068	2.11
2012—2013 年	1.016 484	1.65	1.004 501	0.45	1.012 417	1.24
2013—2014 年	1.049 728	4.97	0.983 940	-1.61	1.072 505	7.25
2014—2015 年	1.005 234	0.52	0.995 586	-0.44	1.012 900	1.29
2015—2016 年	1.039 923	3.99	1.023 897	2.39	1.029 348	2.93
2016—2017 年	1.059 478	5.95	0.976 691	-2.33	1.086 006	8.60
2017—2018 年	1.084 050	8.41	1.024 013	2.40	1.063 822	6.38
2018—2019 年	1.026 260	2.63	0.986 993	-1.30	1.048 063	4.81
2019—2020 年	1.065 684	6.57	1.009 560	0.96	1.058 938	5.89

将 GTFP、GEC 和 GTC 转化为图更能清晰地看出其变化发展趋势。由图 1 可知,GTC 与 GTFP 的变化趋势大致保持一致,也再次说明长三角地区绿色全要素生产率的增长主要是由绿色技术进步所推动。

3 模型设定及变量说明

3.1 模型构建

3.1.1 基准模型

使用双向固定效应模型研究考察贸易开放对 GTFP 的影响,并且考虑贸易开放分为进口和出口,因此本文构建的模型为

$$GTFP_{it} = \alpha_0 + \beta_0 OPEN_{it} + \beta_1 ER_{it} + \beta_2 ECO_{it} + \beta_3 FIA_{it} + \beta_4 URB_{it} + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

由表 2 可知,从时间维度来看,2005 年以来,长三角地区地级市的绿色全要素生产率总体上呈现增长态势,但增长率差异较大。除 2008—2009 年的 GTFP 小于 1 外,其余年份的 GTFP 均大于 1,说明长三角地区 GTFP 在不断改善。同时 GTFP 可以分解成绿色技术效率进步(green efficiency change, GEC)和绿色技术进步(green technology change, GTC),将其分解进一步分析,从 GTFP 的分解项来看,GTC 是长三角地区 GTFP 增长的主要动力,GEC 对 GTFP 的提升作用都落后于绿色技术进步。技术进步反映的是生产前沿的变化,技术效率反映的是向生产前沿的移动速度。所以从分解项可以看出,从 2005—2020 年,生产技术边界在不断向前移动,只是每期的前沿面距离相对比前一年的前沿面距离时近时远。

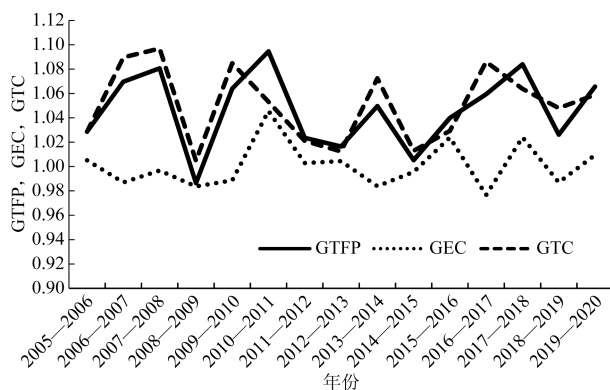


图 1 2005—2020 年长三角地区绿色全要素
生产率及其分解指数变化趋势

$$GTFP_{it} = \alpha_0 + \beta_0 EX_{it} + \beta_1 ER_{it} + \beta_2 ECO_{it} + \beta_3 FIA_{it} + \beta_4 URB_{it} + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

$$GTFP_{it} = \alpha_0 + \beta_0 IM_{it} + \beta_1 ER_{it} + \beta_2 ECO_{it} + \beta_3 FIA_{it} + \beta_4 URB_{it} + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

式中: $GTFP_{it}$ 为绿色全要素生产率; $OPEN_{it}$ 为贸易开放; EX_{it} 为出口; IM_{it} 为进口; ER_{it} 为环境规制; ECO_{it} 为经济发展; FIA_{it} 为金融支持; URB_{it} 为城市化; μ_i 为不可观测的地区个体固定效应; λ_t 为时间固定效应; ε_{it} 为随机干扰项, 服从正态分布; α_0 为常数项; $\beta_0 \sim \beta_4$ 为回归系数; i, t 分别为地区和时间。

3.1.2 中介模型

由于贸易开放和产业结构都是影响绿色经济波动的重要因素, 因此, 进一步构建中介模型, 以产业结构(IND)作为中介变量, 来验证对外开放、产业结构和绿色全要素生产率之间的传导机制。

$$IND_{it} = \alpha_0 + \beta_0 OPEN_{it} + \beta_1 ER_{it} + \beta_2 ECO_{it} + \beta_3 FIA_{it} + \beta_4 URB_{it} + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

$$GTFP_{it} = \alpha_0 + \beta_0 OPEN_{it} + \sigma_1 IND_{it} + \beta_1 ER_{it} + \beta_2 ECO_{it} + \beta_3 FIA_{it} + \beta_4 URB_{it} + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (5)$$

模型(4)为对外开放对于中介变量产业结构的回归方程, 模型(5)为对外开放与中介变量产业结构对绿色全要素生产率的回归方程, 模型(1)、模型(4)、模型(5)共同构成中介模型。

3.2 变量说明

3.2.1 被解释变量

被解释变量为绿色全要素生产率(GTFP)。具体数值通过 Maxdea 进行测算。将长三角地区40个地级市的 GTFP 作为被解释变量, 由于测量的是 GTFP 为环比增长率, 借鉴以往的做法, 将2005年的 GTFP 视为1, 连续乘 ML 指数得到其他年份的 GTFP, 那么2006年的 GTFP 为2005年的值乘2005—2006年的 ML 指数, 以此类推得到之后年份的 GTFP。

3.2.2 核心解释变量

核心解释变量为贸易开放(OPEN)。目前关于贸易开放衡量的方式较多, 考虑到贸易依存度能够更好地衡量区域间要素的流动, 参考刘琦^[21]的做法, 采用贸易依存度进行衡量。

3.2.3 中介变量

中介变量为产业结构(IND)。产业结构的转型升级对于经济发展具有正向的促进作用, 若产业结构不合理会导致资源配置效率低下, 产生大量污染物。而长三角地区在发展过程中第二产业增势强劲, 第二产业发展过程中对资源消耗以及环境污染有较大影响。2021年长三角地区的工业增加值在全国占比25.6%, 因此本文采用工业增加值占GDP的比重表示。

3.2.4 控制变量

考虑到绿色全要素生产率还会受到其他因素的影响, 以及保证检验结果的可靠性和准确性, 选取了以下控制变量: ①环境规制(ER)。环境规制在很大程度上能够减少污染物的排放, 从而利于绿色发展, 因此采用三废(工业废水、工业二氧化硫、工业烟尘)排放量占GDP比重表示环境规制, 为了使其具有正向意义, 对该指标进行倒数化处理。②经济发展(ECO)。经济的快速发展一方面有利于经济的增长, 但与此同时也会消耗大量的资源能源以及产生更多污染物, 对绿色全要素生产率产生影响, 因此采用人均GDP进行衡量。③金融支持(FIA)。金融发展水平、金融分权程度以及金融资源的充裕程度都会影响到绿色全要素生产率。因此采用年末人均金融机构贷款余额进行衡量。④城市化(URB)。随着城镇化的推进, 一方面会随着人口的聚集产生大量污染物, 但同时也伴随着人们环保意识的增强以及环保技术的应用, 减少污染物的排放, 因此采用人口密度的对数进行衡量。

3.2.5 数据来源

基于数据的可获得性和完整性, 样本选取了长三角地区40个地级市, 其中, 巢湖于2011年撤销而未纳入研究对象, 研究时段为2005—2020年。数据主要来源于各市统计年鉴、各省统计年鉴及EPS(economy prediction system)数据库。对于部分缺失的数据采用插值法进行补充。

4 实证分析

4.1 基准回归

由表3可知, 贸易开放(OPEN)对绿色全要素生产率起到了显著的正向影响, 且在1%水平下显著, 说明随着长三角地区贸易开放程度的提高, 长三角地区对拥有绿色先进技术及清洁能源技术的企业吸引力会更强, 从而会通过人才溢出、技术溢出等途径促进长三角地区节能减排的力度, 提高环境保护意识, 提高生产要素的使用率, 降低了污染物排放。因此, 利于长三角地区的绿色发展。将贸易开放划分为进口贸易和出口贸易进行分析, 发现出口贸易(EX)显著提高了绿色全要素生产率, 这是因为在出口过程中, 不仅可以获得更先进企业的绿色技术实现“出口中学”, 而且也能倒逼国内企业实现技术创新, 提高生产率, 从而利于绿色发展。而进口(IM)对绿色全要素生产率的影响系数为正, 但不显著, 这说明长三角地区在进口过程中虽然学到了相关国外先进的技术, 但未能产生溢出效应, 无法使

表 3 基准模型回归结果

变量	(1)	(2)	(3)
	GTFP	GTFP	GTFP
OPEN	0.128*** (0.024)		
EX		0.183*** (0.034)	
IM			0.000 (0.000)
ER	0.063** (0.026)	0.066** (0.026)	0.048* (0.027)
ECO	0.045*** (0.006)	0.046*** (0.006)	0.042*** (0.006)
FIA	0.012*** (0.002)	0.011*** (0.002)	0.011*** (0.002)
URB	0.051** (0.025)	0.051** (0.025)	0.054** (0.025)
常数项	0.465** (0.182)	0.468** (0.182)	0.494*** (0.186)
观测值	640	640	640
R^2	0.822	0.822	0.813
个体效应	Yes	Yes	Yes
时间效应	Yes	Yes	Yes

注: *、**、*** 分别表示 $P < 0.1$ 、 $P < 0.05$ 、 $P < 0.01$; 括号内为标准误。

整个地区都提升技术水平,因此,影响系数不显著。

由各控制变量的回归结果可以发现:

环境规制(ER)的回归系数为正,且在 5% 的显著性水平下通过了检验。适度的环境规制会激励企业从事技术创新,在环境规制下,一方面,企业为减少额外的环境污染治理投资或环境处罚等而减少污染物的排放,另一方面,也会激励企业进行技术创新从而实现节能减排的目的,从而有利于提升绿色全要素生产率。

经济发展水平(ECO)的回归系数为正,且在 1% 的显著性水平下通过了检验。说明随着经济发展水平的不断提高,人们的环保意识也在提高,产业结构也在逐渐优化,技术水平不断提高,生产率不断得到提高。同时经济的快速发展,人们对于环境会有更高的要求,从而会提高绿色全要素生产率。

金融支持(FIA)的回归系数为正,且在 1% 的显著性水平下通过了检验。长三角地区金融资源丰富、金融机构众多,为企业提供了良好的外部融资环境,资源配置效率较高,企业作为金融活动的微观主体,在政策引导下会投入更多资源进入绿色环保行业,从而有利于绿色全要素生产率的提高。

城市化水平(URB)的回归系数为正,且在 5% 的显著性水平下通过了检验。一般来说,城市化的

快速发展必然伴随着环境污染,但是长三角地区目前是人力资本水平较高的地区之一,生活方式的转变、环保意识的提高,使得人们在日常生活中都会自觉节能减排,从而对绿色全要素生产率产生正向的影响。

4.2 中介回归

以环境为代价而发展经济的经验告诉我们要协调经济发展和环境保护,推动产业协调发展。那么前文已证实贸易开放能够显著提高长三角地区的绿色全要素生产率,那么产业结构在其中扮演了什么样的角色? 因此构建了中介模型来检验贸易开放、产业结构以及绿色全要素生产率之间的传导作用机制。从表 4 可以得知,贸易开放推动了产业结构升级,可能原因在于:产业结构升级需要投入大量资金去攻克技术难关,实现技术创新;而对外开放不仅为长三角地区带来了大量的资金支持,同时还通过技术溢出效应、知识溢出效应、人才流动效应等途径作用于结构转型,促进了产业结构的合理化和高级化。

由表 4 可知,当把贸易开放、产业结构和绿色全要素生产率纳入同一个模型中可以发现,产业结构对绿色全要素生产率的影响为负,可能原因在于:首先,这与长三角地区的工业发展阶段及发展模式有关,目前长三角地区整体产业结构中第二产业仍占据主要地位,这就意味着往往需要更多的能源消耗以及严重的环境污染,进而对绿色全要素生产率的提升起到阻碍作用;其次,贸易开放对产业结构的协同作用可能有滞后性。虽然长三角地区对外贸易开放水平较高,并且贸易开放会通过技术溢出效应、人才流动效应等对当地企业的技术创新产生正向影响,但从学习、模仿、创新再到自主研发都需要一定阶段,难以在短时间内产生正向影响,同时,长三角地区产业结构难以在短时间内进行调整,因此产业结构的不合理不利于绿色全要素生产率的提升。

对比表 4 的第(1)列和第(3)列,可以发现,贸易开放的系数有所提高,这说明产业结构是贸易开放提升绿色全要素生产率的作用机制。可能原因在于:长三角地区基于优越的地理位置以及政策环境,对外开放水平逐渐提高,在这个过程中不断发挥规模效应、技术溢出效应作用于产业结构,在促进产业结构合理的同时也在提升相关技术创新,环境污染状况得到缓解,因而贸易开放的协同效应增强。

表4 中介模型回归结果

变量	(1)	(2)	(3)
	GTFP	IND	GTFP
OPEN	0.128*** (0.024)	2.676*** (0.767)	0.136*** (0.024)
IND			-0.003** (0.001)
ER	0.063** (0.026)	1.400* (0.836)	0.067** (0.026)
ECO	0.045*** (0.006)	-0.456** (0.193)	0.044*** (0.006)
FIA	0.012*** (0.002)	-0.242*** (0.059)	0.011*** (0.002)
URB	0.051** (0.025)	-1.008 (0.789)	0.048* (0.025)
常数项	0.465** (0.182)	47.092*** (5.806)	0.602*** (0.191)
观测值	640	640	640
R ²	0.822	0.431	0.824
个体效应	Yes	Yes	Yes
时间效应	Yes	Yes	Yes

注：*、**、***分别表示 $P<0.1$ 、 $P<0.05$ 、 $P<0.01$ ；括号内为标准误。

4.3 稳健性检验

尽管在基准模型和中介模型中控制了双向固定效应、其他影响因素，但估计结果可能还会受其他因素的影响而造成估计偏误。为了解决偏误，采用以下方法来检验回归结果的准确性。①替换核心解释变量。考虑到模型存在的内生性，用滞后一期的贸易开放变量来代替贸易开放水平。②缩尾。考虑到异常值和非随机性可能会影响到估计结果，因此对变量进行1%分位两端的缩尾处理。③将大城市样本删除。考虑到对外开放一般优先在大城市进行试点，因此将样本中的省会城市和副省级城市删除。④两阶段工具变量法估计。考虑到基准估计结果是否会受到估计方法的影响，采用使用贸易开放滞后一期作为工具变量。结果见表5。

表5展示了稳健性检验的结果。从表5可知，各种稳健性检验中核心解释变量，贸易开放或其滞后一期的估计系数都在1%水平下显著为正，说明基准模型受到其他因素而造成结果偏误的可能性较小，支持了贸易开放可以促进长三角地区绿色全要素生产率的基本结论。

5 结论及政策建议

以长三角地区地级市为研究对象，探讨贸易开放对绿色全要素生产率的影响，并分析了产业结构的中介作用。基于以上分析，得出如下结论：①通过Maxdea测算了长三角地区40个地级市的绿色

表5 稳健性检验结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	GTFP	GTFP	GTFP	GTFP
OPEN	0.091*** (0.028)	0.166*** (0.037)	0.132*** (0.024)	0.100*** (0.019)
ER	0.068** (0.026)	0.046 (0.028)	0.053* (0.027)	0.074** (0.029)
ECO	0.044*** (0.006)	0.050*** (0.006)	0.055*** (0.007)	0.043*** (0.007)
FIA	0.012*** (0.002)	0.009*** (0.002)	0.007** (0.003)	0.013*** (0.003)
URB	0.081** (0.032)	0.078*** (0.026)	0.051** (0.025)	0.083*** (0.028)
常数项	0.235 (0.252)	0.248 (0.192)	0.476** (0.185)	0.870*** (0.220)
观测值	600	640	576	600
R ²	0.810	0.826	0.806	0.844
个体效应	Yes	Yes	Yes	Yes
时间效应	Yes	Yes	Yes	Yes

注：*、**、***分别表示 $P<0.1$ 、 $P<0.05$ 、 $P<0.01$ ；括号内为标准误。

全要素生产率，研究发现2005—2020年长三角地区绿色全要素生产率年均值在不断上升，年平均上升了4.6个百分点，同时发现长三角地区绿色全要素生产率增长的主要推动力由绿色技术进步；②实证结果表明贸易开放绿色全要素生产率起到了显著的正向影响，发现出口贸易能够显著提高绿色全要素生产率，进口贸易对绿色全要素生产率的影响不显著；③产业结构是贸易开放提升绿色全要素生产率的作用机制。

基于所得结论，提出以下建议：①进一步扩大对外开放。对外贸易是我国经济发展的重要推动力，而长三角地区作为我国对外开放的高地，要以长江三角洲区域一体化发展战略为依托，打造高水平开放平台，全面提高长三角地区贸易开放水平。抓住“一带一路”与“双循环”契机，推动重点领域开放合作，降低行业进入准测，优化进出口结构。另外，扩大高新技术的进口贸易，包括绿色技术的进口，提高技术溢出的吸收能力，从而更充分发挥进口贸易对绿色全要素生产率的提升作用。各地区根据实际情况因地制宜制定贸易开放政策，同时加强区域合作，实现联动发展，加强地区深度合作。②产业结构优化调整是构建低碳循环经济体系的基础之一，长三角地区传统行业仍在地区经济中占有重要地位，在面对目前国际经济形势变化多端的背景下，需要进一步调整产业结构，合理进行工业布局，从环境、经济效应两个方面统筹考虑，对第一、第二、第三产业之间的结构比例进行调整和优

化,实现可持续发展。同时推行清洁生产,实现技术创新,减少生产过程中的环境污染。③落实长三角地区发展基础。长三角地区不仅在经济上要走前列,也要在环境保护上下足功夫。要把生态环境摆在突出位置,整改环境突出问题,加强环境规制力度,同时进一步优化能源结构,提高清洁能源使用比例,从源头上减少污染物排放。

参考文献

- [1] 蒋乃华,郭梦珂.绿色全要素生产率的测度及其收敛性研究:以长三角城市群为例[J].经营与管理,2022(10):167-173.
- [2] CHUNG Y H, FÄRE R, GROSSKOPF S. Productivity and undesirable outputs: a directional distance function approach[J]. Journal of Environmental Management, 1997, 51: 229-240.
- [3] TONE K. A slacks-based measure of super-efficiency in data envelopment analysis[J]. European Journal of Operational Research, 2002, 143(1): 32-41.
- [4] OH D H. A global Malmquist-Luenberger productivity index[J]. Journal of Productivity Analysis, 2010, 34(3): 183-197.
- [5] 李光龙,范贤贤.贸易开放、外商直接投资与绿色全要素生产率[J].南京审计大学学报,2019,16(4):103-111.
- [6] 陈燕翎,庄佩芬,彭建平.贸易开放对农业经济高质量发展的影响:基于农业绿色全要素生产率的视角[J].生态经济,2021,37(12):105-114.
- [7] 陈燕君,王圆圆.农产品进出口贸易对我国农业绿色全要素生产率的影响[J].商业经济研究,2022(9):141-144.
- [8] 吴敏洁,程中华,徐常萍. R&D、FDI 和出口对制造业环境全要素生产率影响的实证分析[J].统计与决策,2018,34(14):132-136.
- [9] 武宵旭,葛鹏飞,徐璋勇.老龄化抑制了“一带一路”绿色全要素生产率的提升吗:基于创新和医疗的视角[J].山西财经大学学报,2018,40(3):11-24.
- [10] 张建清,董洁明.对外贸易对“一带一路”沿线省份绿色全要素生产率水平的影响[J].云南财经大学学报,2019,35(12):63-72.
- [11] 黄庆华,刘敏,胡江峰.贸易开放、环境规制与绿色全要素生产率:基于长江经济带的实证检验[J].西南大学学报(自然科学版),2021,43(7):118-129.
- [12] 宋瑛,汪宏宇.对外贸易对绿色全要素生产率的影响:基于成渝地区双城经济圈面板数据的空间计量检验[J].生态经济,2021,37(9):70-76.
- [13] 张贺,许宁.产业集聚专业化、多样化与绿色全要素生产率:基于生产性服务业集聚的外部性视角[J].经济问题,2022(5):21-27.
- [14] 景维民,张璐.环境管制、对外开放与中国工业的绿色技术进步[J].经济研究,2014,49(9):34-47.
- [15] 彭星,李斌.贸易开放、FDI 与中国工业绿色转型:基于动态面板门限模型的实证研究[J].国际贸易问题,2015(1):166-176.
- [16] 徐培,周琦,施旋.环境规制、贸易开放与城市绿色发展:以 2010—2019 年皖江经济带 9 个城市为例[J].铜陵学院学报,2022,21(6):57-61.
- [17] 赵军,李艳娜.贸易开放、投资开放与区域绿色生态效率:基于中国“一带一路”沿线省域的实证分析[J].生态经济,2022,38(12):57-63,71.
- [18] 高新,方敏婕.贸易开放、环境规制与城市绿色全要素生产率:基于门槛效应模型的实证分析[J].河南工业大学学报(社会科学版),2023,39(3):37-45.
- [19] 刘秉镰,李清彬.中国城市全要素生产率的动态实证分析:1990—2006:基于 DEA 模型的 Malmquist 指数方法[J].南开经济研究,2009(3):139-152.
- [20] 苏科,周超.人力资本、科技创新与绿色全要素生产率:基于长江经济带城市数据分析[J].经济问题,2021(5):71-79.
- [21] 刘琦.贸易开放、技术创新与绿色全要素生产率[J].技术经济与管理研究,2022(12):35-41.

The Impact of Trade Openness on Green Total Factor Productivity:

Empirical analysis based on panel data of 40 prefecture-level cities in the Yangtze River Delta Region

QIU Ting¹, LYU Hongfen², TONG Sujuan¹

(1. School of Economics and Management, Zhejiang University of Science and Technology, Hangzhou 310023, China;

2. International Business School, Zhejiang International Studies University, Hangzhou 310023, China)

Abstract: Based on the 40 prefecture-level cities in the Yangtze River Delta region from 2005 to 2020, which was measured by Malmquist index, and the impact was analyzed of foreign trade on green total factor productivity(GTFP). The results show that the efficiency of green economy in the Yangtze River Delta region is constantly improving, which is mainly driven by the progress of green technology. The empirical results show that trade opening has a significant positive impact on GTFP, and industrial structure is the mechanism of trade opening to improve GTFP. To this end, while improving the level of opening, should continuously promoting the upgrading and transformation of industrial structure.

Keywords: trade opening; green total factor productivity(GTFP); industrial structure