

贸易开放度对绿色全要素生产率的影响

——基于280个地级市数据

代明珠

江苏大学财经学院, 江苏 镇江

收稿日期: 2024年7月15日; 录用日期: 2024年10月21日; 发布日期: 2024年10月28日

摘要

利用2006~2021年中国280个地级市的面板数据, 基于方向性距离函数和Malmquist-Luenberger生产率指数, 测算280个地级市的绿色全要素生产率。采用固定效应模型实证分析贸易开放度对绿色全要素生产率的影响。研究表明: 贸易开放度对中国绿色全要素生产率具有较强的抑制作用。其内在机理为科技创新有效缓解了出口贸易对绿色全要素生产率的抑制作用, 同时贸易开放度对绿色全要素生产率存在一定的区域异质性, 贸易开放度对西部绿色全要素生产率抑制作用最明显。由此提出以下政策建议, 对内要推动贸易从数量规模驱动向质量提升驱动的转变, 对外要促进技术交流, 充分发挥进口贸易的技术溢出效应, 同时各地区要结合自身发展情况制定相关的贸易开放政策。

关键词

贸易开放度, 绿色全要素生产率, 技术创新

The Impact of Trade Openness on Green Total Factor Productivity

—Based on Data from 280 Prefecture Level Cities

Mingzhu Dai

School of Finance and Economics, Jiangsu University, Zhenjiang Jiangsu

Received: Jul. 15th, 2024; accepted: Oct. 21st, 2024; published: Oct. 28th, 2024

Abstract

Employing the panel data of 280 prefecture-level cities in China ranging from 2006 to 2021, the green total factor productivity of these 280 prefecture-level cities was appraised based on the

directional distance function and the Malmquist-Luenberger productivity index. The ramification of trade openness on green total factor productivity was empirically scrutinized through the utilization of the fixed effect model. The outcomes manifest that trade openness exerts a marked inhibitory effect on China's green total factor productivity. The intrinsic mechanism is that scientific and technological innovation efficaciously mitigates the inhibitory impact of export trade on GTFP. Concurrently, trade openness demonstrates certain regional heterogeneity regarding GTFP, and it has the most salient inhibitory effect on GTFP in western China. As a consequence, the following policy propositions are proffered: Internally, it is requisite to advance the transformation of trade from being driven by quantity and scale to being driven by quality; externally, endeavors should be made to facilitate technology exchange and fully leverage the technology spillover effect of import trade; simultaneously, all regions should formulate relevant trade opening policies in consonance with their own development circumstances.

Keywords

Trade Openness, Green Total Factor Productivity, Technological Innovation

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

中国的贸易开放度随着改革开放政策的出台，“一带一路”国家倡议的提出发生了巨大的变化，截至 2023 年，中国已连续 7 年保持全球货物贸易第一大国地位，中国和全球产业链分工体系已深度融合。但与此同时，依赖粗放型的发展模式导致了环境与资源的大量破坏与浪费，贸易推进与降碳减排目标存在一定冲突。在经济全球化背景下，绿色全要素生产率已经融合到以贸易开放为主要载体的全球分工体系，较多学者对贸易开放与经济发展之间的关系进行探讨，其中关于贸易开放度对绿色全要素生产率影响的研究仍存在差异，贸易开放度对绿色全要素生产率存在正向还是负向效应，是否存在空间差异，较少研究可以系统回答相关问题。同时由于中国各个地级市之间贸易开放程度差距较大，资源利用水平参差不齐，本文基于各地级市发展现状和经济高质量发展目标，旨在研究 280 个地级市贸易开放度对中国绿色全要素生产率的影响，并揭示其作用路径。

当前有关绿色全要素生产率的研究主要集中在测算方法与影响因素上。绿色全要素生产率的测算方法主要包括随机前沿分析法(SFA) [1]和数据包络分析法(DEA) [2]，和 SFA 相比，DEA 由于无需设定具体函数形式，可以降低因函数误设而导致的结果偏差。但传统 DEA 模型并未考虑到非期望产出的影响，Chung 基于方向性距离函数提出了 Malmquist-Luenberger (ML)指数[3]，这种方法成功地解决了传统 DEA 测量模型不完善的问题，因此基于方向性距离函数和 Malmquist-Luenberger 生产率指数被越来越多的人采用[4]。对于绿色全要素生产率的影响因素研究，现有研究主要集中在外国直接投资[5]、环境规制[6]、产业结构[7]、技术创新[8]等几个方面。

既有文献就贸易开放度与绿色全要素生产率的关系未形成统一结论，部分学者认为贸易开放度对绿色全要素生产率有促进作用。Wang、高志等通过研究发现：贸易自由化通过科技创新、减少政府干预以及提高人力资本水平有效促进了绿色贸易的发展[9] [10]，李晓龙研究发现出口贸易存在比较优势，有利于绿色全要素生产率增长[11]。另一些学者则持相反观点，汪宏宇通过实证检验发现当前对外贸易的规模结构显著抑制了成渝地区 GTFP 的提升[12]；李健研究发现出口贸易的经济效应诱发了更低的环境规制

强度,从而抑制绿色全要素生产率的提升[13]。

通过文献梳理发现,贸易开放度对于绿色全要素生产率的研究结论差异较大,可能的原因有以下几点。第一,已有文献把贸易开放作为整体进行研究。然而,进口贸易与出口贸易共同构成贸易开放,两者内在机理相差较大,导致结论差异。第二,不同的研究存在不同时间背景,其研究结论也会有所差异。关于贸易开放度对绿色全要素生产率影响的研究不够完善,基于此本文试图在以下几个方面做出边际贡献:(1)从研究视角看,不同于以往文献从FDI角度分析贸易开放,文本选取各地级市进出口总额占各平减GDP的比重进行切入,同时选取科技创新作为调节变量,使得研究视角更为细化。(2)从研究内容看,对于贸易开放度对绿色全要素生产率的影响大多集中在单一范围,且都围绕特定区域如“一带一路”经济带或长江经济带,本文则基于中国整体视角进行分析,选取280个地级市作为研究对象,拓宽了研究内容。(3)从研究方法看,本文利用包含非期望产出的基于方向性距离函数和Malmquist-Luenberger生产率指数进行测算,避免“投入过多或产出不足”引起的测算误差,使测算结果较为符合当前经济状况。

2. 影响机制与理论分析

我国大部分地级市进行低端的加工贸易,且长期依靠低水平和低附加值的市场扩张模式。中国在国际分工中的地位如果无法提升,贸易带来的利益与环境代价之间的冲突将会逐渐加剧。同时由于国内需求和国际需求结构不同,出口市场的竞争压力可能促使企业更多地关注生产效率和成本,而忽视环保投资和绿色技术的应用。此外发达国家为逃避本国法律约束或高额防治排污费用,对我国实行“污染业转嫁”,导致我国逐渐成为发达国家的“污染避难所”。基于此本文提出假设1:贸易开放度将抑制绿色全要素生产率提升。

贸易开放能够促使绿色技术国际传播,全球领先的减排和环保生产方式将在各个国家之间溢出和扩散。通过国际合作交流,先进的清洁生产技术会产生溢出效应,严格的环境标准会被引入中国,进而推动中国环境标准的提升。同时在全球竞争的压力下,为了在其他国家严格的环保限制下占据有利的市场位置,出口公司会积极实施生产和污染治理技术创新等策略,以实现节能减排。基于此本文提出假设2:科技创新能够缓解贸易开放度对绿色全要素生产率的抑制作用。

3. 模型构建与变量选取

3.1. 数据来源

本文选择2006~2021年中国280个地级市作为研究对象,所有数据均来自国家统计局、历年《中国能源统计年鉴》《中国统计年鉴》和《中国环境统计年鉴》和Wind数据库。

3.2. 变量选择

被解释变量:绿色全要素生产率(GTFP),本文采用基于方向性距离函数和ML指数来衡量绿色全要素生产率,选取2006年的绿色全要素生产率作为基期。投入指标选取全社会从业人员、全社会固定资产投资存量和社会用电量分别代表劳动投入、资本投入和能源投入,其中资本投入中的固定资本存量采用永续盘存法进行估算;期望产出采用以2006年为基期的实际GDP进行表示;非期望产出为工业废水、SO₂、烟粉尘排放量进行衡量,各地级市绿色全要素生产率投入产出指标体系如表1所示。

核心解释变量:贸易开放度(TRA),本文采用贸易依存度作为指标来衡量贸易开放度,贸易依存度用各地级市进出口总额占各平减GDP的比重来表示。

控制变量:选取的控制变量为产业结构(DS)、环境质量(GRE)、人口密度(DEN)、人力资本水平(HC)、经济发展水平(PGDP)、金融水平(FIN)。产业结构(DS),使用各地级市第二产业占地区生产总值的比重

全市比重衡量；环境质量(GRE)，使用各地级市建成区绿化覆盖率衡量；人口密度(DEN)，使用各地级市人口总数与各地级市之比衡量；人力资本水平(HC)，使用各地级市普通本专科在校学生人数来衡量；经济发展水平(PGDP)，使用各地级市人均生产总值作为衡量指标；金融水平(FIN)，使用各地级市年末金融机构人民币各项贷款余额占地区生产总值(当年价格)(亿元)比重来衡量。

Table 1. Green total factor productivity input-output index system of prefecture-level cities
表 1. 各地级市绿色全要素生产率投入产出指标体系

变量类别	变量	指标说明	单位
投入变量	劳动投入	就业人数万人	万人
	资本投入	固定资产投资存量	亿元
	能源投入	全社会用电量	亿千瓦时
产出指标	期望产出	各地级市实际生产总值	亿元
		工业废水排放量	万吨
	非期望产出	工业废气中二氧化硫排放量	万吨
		工业烟粉尘排放量	万吨

调节变量：科技创新(TECH)，科技创新已成为我国绿色经济发展的主要驱动力，并在贸易中起到调节贸易结构、促进产业升级的作用。科技创新成果能够客观、准确地体现生产企业在研发至产出过程中实际科技创新水平，故本文选取科学技术支出(亿元)占地区生产总值(当年价格)(亿元)比重来衡量。

3.3. 计量模型设定

为了验证假设 1，检验贸易开放度对绿色全要素生产率的影响，选取我国 2006~2021 年 280 个地级及以上城市构建面板数据，其中 $GTFP_{it}$ 是 i 地级市第 t 年的绿色全要素生产率， TRA_{it} 是 i 地级市第 t 年的贸易开放度， $CONTRAL_{it}$ 为控制变量合集， ε_{it} 表示随机扰动项。

$$LNGTFP_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 LNTRA_{it} + \alpha_2 LNCONTRAL_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

为了验证假设 2，检验科技创新是否与贸易开放度和绿色全要素生产率间存在调节作用，将科技创新作为调节变量，其中 $TECH_{it}$ 指代科技创新， $TECHN_{it}$ 为交互项 $TRA_{it} \times TECH_{it}$ ， ε_{it} 为随机扰动项。具体公式如下所示：

$$LNGTFP_{it} = \kappa_0 + \kappa_1 LNTRA_{it} + \kappa_2 LNTECH_{it} + \kappa_3 LNTECHN_{it} + \kappa_4 LNCONTRAL_{it} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

4. 实证检验与结果分析

4.1. 描述性统计分析

本文选择 2006~2021 年中国 280 个地级市(剔除港澳台)的数据做成面板数据来分析贸易开放度对绿色全要素生产率的影响。各变量的描述性统计如表 2 所示，对于个别缺失数据，本文使用线性插值法进行补齐。

4.2. 基准回归结果

为检验贸易开放度对绿色全要素生产率的影响，采用模型(1)进行估计，并用 Hausman 检验选择固定效应或随机效应。根据 Hausman 检验结果，本文选取固定效应模型，回归结果如表 3 所示，其中列(1)是控制了个体和时间但未加入控制变量回归结果，列(2)~列(7)逐步加入控制变量，结果表明，核心解释变量

系数为-0.0222，且在 1%水平上显著，这说明这表明贸易开放度显著地抑制了 GTFP 的提升。

Table 2. Descriptive statistical analysis of each variable
表 2. 各变量描述性统计分析

变量	观测值	均值	标准差	最小值	最大值
LNGTFP	3763	-0.034	0.315	-2.024	1.946
LNTRA	3763	7.147	2.143	0.543	13.318
LNDS	3763	3.812	0.262	2.460	4.444
LNGRE	3763	3.655	0.282	-1.022	5.957
LN DEN	3763	4.701	0.801	2.715	7.819
LNHC	3763	10.570	1.346	6.594	14.161
LNPGDP	3763	10.843	0.635	8.252	13.056
LNFIN	3763	0.696	0.604	-2.043	4.439

Table 3. Regression results
表 3. 回归结果

变量	(1) LNGTFP	(2) LNGTFP	(3) LNGTFP	(4) LNGTFP	(5) LNGTFP	(6) LNGTFP	(7) LNGTFP
LNTRA	-0.0236***	-0.0236***	-0.0242***	-0.0241***	-0.0223***	-0.0222***	-0.0222***
LNDS		0.0512	0.0524	0.0532	0.0610	0.0150	0.0151
LNGRE			0.0602***	0.0593***	0.0602***	0.0564***	0.0563***
LN DEN				-0.0119	-0.0148	-0.00784	-0.00749
LNHC					-0.0213	-0.0255	-0.0255
LNPGDP						0.0938***	0.0946***
LNFIN							0.00240
CON	0.232***	0.0340	-0.178	-0.124	0.0586	-0.691**	-0.702**
R ²	0.363	0.363	0.365	0.365	0.376	0.380	0.380

4.3. 调节效应

为探究科技创新对出口贸易与 GTFP 之间可能存在的调节作用，采用模型(2)进行回归，结果如表 4 所示，交互项系数为 0.807，且在 1%的水平下显著。这表明科技创新减轻了贸易开放度对 GTFP 的负面影响，科技创新可用于缓解贸易开放带来的环境压力，促进绿色全要素生产率的提升。

4.4. 异质性检验

因此为了进一步探究贸易开放度对 GTFP 是否具有地区异质性，本节将研究样本按照东部、中部、西部地区划分进行异质性检验。结果如表 5 所示，贸易开放度对 GTFP 的负面影响在西部地区最大。

4.5. 稳健型检验

从 4 个方面进行稳健性检验，结果如表 6 所示，第一替换核心解释变量，分别使用出口贸易开放度和进口贸易开放度结果如列(1)，(2)，第二替换被解释变量，用绿色技术进步替换原有的被解释变量结果

Table 4. Empirical analysis of the moderating effect of technological innovation
表 4. 技术创新的调节效应实证分析

变量	(1) LNGTFP	(2) LNGTFP	(3) LNGTFP
LNTRA		-0.0231***	-0.816***
LNTECH	-0.0208**	-0.0228**	-0.815***
LNTECHN			0.807***
LNDS	0.0212	0.0223	-0.0472*
LNGRE	0.0537**	0.0564***	0.000517
LN DEN	-0.00545	-0.00266	-0.00608
LNHC	-0.0273	-0.0270	-0.0116
LNPGDP	0.107***	0.108***	0.0398***
LNFIN	-0.000531	-0.000716	-0.00265
CON	-0.806**	-0.658*	0.154
R ²	0.378	0.381	0.805

Table 5. Heterogeneity analysis results
表 5. 异质性分析结果

变量	东部 LNGTFP	中部 LNGTFP	西部 LNGTFP
LNTRA	-0.0154***	-0.0158***	-0.0199***
LNDS	0.0123	-0.0131	-0.00814
LNGRE	0.0296	0.0455	0.0121
LN DEN	0.0222*	0.0312**	0.0290***
LNHC	0.00476	-0.000108	0.000884
LNPGDP	0.0573***	0.0403***	0.0330**
LNFIN	0.0127	-0.00342	-0.0103
CON	-0.718***	-0.479**	-0.305
R ²	0.405	0.380	0.335

Table 6. Robust test results
表 6. 稳健型检验结果

变量	(1) LNGTFP	(2) LNGTFP	(3) LNGTFP	(4) LNGTFP	(5) LNGTFP
LNTAR	-0.0211***	-0.0139***	-0.0169**	-0.0281**	-0.0201***
LNDS	0.0136	0.0144	0.0800*	0.0530	-0.00358
LNGRE	0.0594***	0.0562***	0.0695***	0.0603	0.0590**
LN DEN	-0.00887	-0.00795	0.000248	0.0383	-0.0127
LNHC	-0.0254	-0.0258	-0.0178	0.0274	-0.0250
LNPGDP	0.0941***	0.0949***	0.0722***	0.237***	0.112***

续表

LNFIN	0.00243	0.00273	0.00436	-0.0927**	0.00674
CON	-0.717**	-0.778**	-1.035***	-3.185***	-0.811**
R ²	0.380	0.379	0.092	0.523	0.390

如列(3), 第三将样本时间缩短为 2008~2021 年结果如列(4), 第四使用贸易开放度滞后一期进行检验, 结果如列(5), 列(1)至列(5)的贸易开放度系数为负且在 1%的水平上显著, 系数的显著性和符号与前文的回归结果基本保持一致, 说明贸易开放度对绿色全要素生产率产生负向影响这一结论是稳健的。

5. 结论与建议

基于上文研究得出以下结论, 一是贸易开放度对中国绿色全要素生产率具有显著的抑制作用, 通过更换核心解释变量和被解释变量测算方法以及缩短样本时间和对贸易开放度滞后一期等一系列稳健性检验后, 该结论依旧成立; 二是科技创新对贸易开放度与 GTFP 起到正向调节作用, 科技创新通过优化贸易结构, 改进生产过程, 促进企业绿色转型, 缓解贸易开放带来的环境压力, 有利于绿色全要素生产率的提升; 三是贸易开放度对绿色全要素生产率呈现出区域差异, 贸易开放度对地区绿色全要素生产率的抑制作用在西部地区尤其明显。基于上述结论, 提出如下建议, 第一, 推动贸易从数量规模驱动向质量提升驱动的转变, 减少贸易出口中对低附加值、高消耗产业的惯性依赖, 应注重提升产品质量, 发展高附加值、低消耗产业。第二, 促进技术交流, 发挥进口贸易技术溢出效应, 加强对科技成果的转化利用, 提升传统制造业科技含量, 提高绿色、清洁能源利用率。第三, 各地区结合自身发展情况制定相关的贸易开放政策, 调整本地区贸易结构, 促进区域间协调发展。

参考文献

- [1] 崔和瑞, 王浩然, 赵巧芝. 中国工业绿色全要素生产率动态演变特征及驱动因素研究[J]. 统计与决策, 2021, 37(3): 117-120.
- [2] 胡志远, 刘琛君. 数字金融与经济高质量发展的关联性研究——基于绿色全要素生产率视角的分析[J]. 时代经贸, 2024, 21(2): 20-24.
- [3] Chung, Y.H., Färe, R. and Grosskopf, S. (1997) Productivity and Undesirable Outputs: A Directional Distance Function Approach. *Journal of Environmental Management*, **51**, 229-240. <https://doi.org/10.1006/jema.1997.0146>
- [4] 李斌, 彭星, 欧阳铭珂. 环境规制、绿色全要素生产率与中国工业发展方式转变——基于 36 个工业行业数据的实证研究[J]. 中国工业经济, 2013(4): 56-68.
- [5] 汪克亮, 薛梦璐, 赵斌. 双向 FDI 协调发展与绿色全要素生产率提升——基于产业结构升级视角的分析与检验[J]. 商业研究, 2022(5): 46-57.
- [6] 戴魁早, 骆著函. 环境规制、政府科技支持与工业绿色全要素生产率[J]. 统计研究, 2022, 39(4): 49-63.
- [7] 谢东江, 胡士华. 绿色金融、产业结构与城市工业绿色全要素生产率[J]. 国际金融研究, 2023(5): 46-56.
- [8] 刘寒松. 数字经济、技术创新与商贸流通业绿色全要素生产率提升动态关系——基于长江经济带的实证分析[J]. 商业经济研究, 2023(17): 185-188.
- [9] Wang, A.P., Hu, Y., Li, Y.Y., Rao, S.Q. and Lin, W.F. (2022) Do Pilot Free Trade Zones Improve the Green Total Factor Productivity? Evidence from a Quasi-Natural Experiment in China. *Environmental Science and Pollution Research International*, **29**, 75307-75321. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-21003-5>
- [10] 高志刚, 苟红霞. 科技创新门槛下贸易开放对绿色全要素生产率的影响——基于新疆 14 个地州市的实证分析[J]. 资源开发与市场, 2022, 38(6): 688-698.
- [11] 李晓龙, 冉光和. 农产品贸易提升了农业绿色全要素生产率吗?——基于农村金融发展视角的分析[J]. 北京理工大学学报(社会科学版), 2021, 23(4): 82-92.
- [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] 李健, 李蕊. 出口贸易对绿色全要素生产率的影响研究[J/OL]. 天津理工大学学报, 2024: 1-10.
<http://kns.cnki.net/kcms/detail/12.1374.n.20240429.2130.052.html>, 2024-07-07.