

金融发展、全要素生产率与碳排放:来自G20的证据

姚星垣*

摘要:高质量发展是新时代主题之一,而通过金融发展提升全要素生产率减少碳排放是实现高质量发展的重要路径。本文梳理了金融发展、全要素生产率与人均碳排放之间的内在逻辑关系。基于1971-2014年G20的面板数据,经验研究结果表明,全要素生产率的提升与人均碳排放之间存在“倒U型”曲线关系,金融发展与全要素生产率对减少人均碳排放可能产生正向或者负向的交互关系。发达经济体与新兴经济体的信贷增长并不能与全要素生产率产生正向的协同作用,无助于减少人均碳排放。对于发达经济体而言,资本市场发展能够与全要素生产率产生协同作用,减少人均碳排放量,而这种机制在新兴经济体中并不存在。因此,对于新兴经济体来说,一方面要正视经济转型升级需要经历的过程,另一方面要通过技术进步,尤其是促进科技与金融的良性互动,推动绿色发展和高质量发展。

关键词:金融发展;金融结构;全要素生产率;人均碳排放;高质量发展

一、引言

党的十九大报告提出,我国经济已由高速增长阶段转向高质量发展阶段,正处在转变发展方式、优化经济结构、转换增长动力的攻关期,这显示出提高全要素生产率的紧迫要求。一方面,全要素生产率(Total Factor Productivity, TFP)是衡量高质量增长的重要指标(李平等, 2017),是高质量发展的动力源泉,对于我国决胜全面建成小康社会、开启全面建设社会主义现代化国家新征程具有重要意义。另一方面,减少碳排放,实现绿色发展、环境友好型发展是高质量发展的重要表现。因此,推动高质量发展需要重视提升TFP和减少碳排放。

当前,我国经济正处于转型升级的关键时期,对于绿色发展日益重视。2015年3月24

*姚星垣,浙江金融职业学院浙江地方金融发展研究中心,邮政编码:310018,电子邮箱:memoto@163.com。

本文系浙江省中国特色社会主义理论体系研究中心基地专项课题“金融创新与高水平全面建成小康社会研究”(2016ZTKT012)、浙江省哲社重点课题“新时代浙江经济高质量发展的测度评价与动力机制研究”(19NDJC026Z)的阶段性成果。感谢“第五届市场导向的绿色低碳发展国际研讨会”与会嘉宾和匿名审稿人对本文的建设性意见。文责自负。

日,中共中央政治局审议通过《关于加快推进生态文明建设的意见》。在 G20 杭州峰会上,绿色可持续发展的理念再次得到重视和深化,会后发布的《G20 绿色金融综合报告》从金融支持的角度全面阐述了全球经济向绿色低碳方向转型的必要性和可行性。2016 年 8 月 31 日,中国人民银行、财政部、国家发展改革委等部门联合印发了《关于构建绿色金融体系的指导意见》。一系列政策的出台表明,从金融发展的角度推动绿色发展和高质量发展是一个重要的战略思路并日益受到重视。

从提升资源配置效率的角度看,金融因素对高质量发展也可起到积极作用。大量的研究表明,金融发展,包括金融规模的增加和金融结构的优化,对经济增长均有显著的影响(Goldsmith, 1969; Rajan & Zingales, 1998; Levine et al., 2000),一些实证研究也支持金融发展对提升 TFP 有所助益的观点(宋德斌, 2015)。那么,促进金融发展、提高 TFP 和减少碳排放三者之间有何内在联系?能否通过金融发展提升 TFP 进而减少碳排放?其背后的机制又有哪些?这是本文研究的核心内容。

二、文献综述

有关金融发展与碳排放关系的文献,大致可以分为两类:一类是从金融发展影响经济增长和能源消费进而影响碳排放的逻辑展开,另一类则从技术进步(Sadorsky, 2010)、R&D(Tamazian, 2009)、创新(严成樑等, 2016)等角度切入考察两者的关系。前者是比较经典的视角,以经济增长、能源消费和环境的关系为核心(Grossman & Krueger, 1991, 1995),细化到具体的行业发展(齐绍洲、林岫, 2016; Park et al., 2018),并向前延伸把金融发展因素考虑在内;后者则是近年来逐渐受到重视的新思路,重点考察金融发展可能产生的减排效应。

经济增长与能源消费关系的研究可追溯至 1950 年代(Frank, 1959),此后逐渐由对美国的研究(Janosi & Grayson, 1972; Solow, 1974)扩展到跨国比较研究(Yu & Choi, 1985)。随着世界银行公开发布数据,2010 年以后又涌现出大量研究。从经济增长与能源消费两者的因果关系考察,主要分为以下几种机制:最主流的观点认为能源消费能够促进经济增长(Apergis & Payne, 2009; Ozturk et al., 2010; Ouedraogo, 2013; Aslan et al., 2014b)。相反的因果关系,即经济增长影响了能源消费也得到了一些支持(Huang et al., 2008; Narayan et al., 2010; Kasman & Duman, 2015)。此外还有支持互为因果(Constantini & Martini, 2010; Belke et al., 2011; Coers & Sanders, 2013)以及支持无因果关系的研究(Wolde-Rufael, 2009; Smiech & Papiez, 2014)。

2007 年以后,随着全球金融海啸的爆发,金融发展与能源消费、碳排放之间的关系受到更多的重视。总体上看呈现两种效应:金融发展拉动能源消费以及金融发展减少能源消费。前者是金融发展通过促进经济增长,从而拉动能源消费(Sadorsky, 2010, 2011; Aslan et al., 2014a; Rashid & Yousaf, 2015)。Sadorsky(2011)把这种正向关系区分为三种效应,即直接效

应、商业效应和财富效应。而至于后者,主要是金融发展带来的技术进步能减少能源消费,因此这种效应又被称为技术效应(Tamazian et al., 2009; Mahalik & Mallick, 2014)。近期则有学者尝试把其他相关因素纳入到金融发展与碳排放之间关系的考察中,比如收入不平等(Khan et al., 2018)、信息与通信技术及TFP(Park et al., 2018)、全球化(Xu et al., 2018),但只是从经验研究的角度进行,并没有从理论上深入阐释内在的机制。

还有部分学者在研究中提出了经济金融因素与碳排放之间的非线性关系和异质性,最具代表性的就是Grossman和Krueger(1991)提出的“环境库兹涅兹曲线”(EKC),并在各类经验研究中得到支持。早期如Grossman和Krueger(1995)提出经济增长对环境的作用呈现先恶化再改善的特点,并且对于多数国家而言,这个拐点出现在人均8000美元左右(按1985年美元价格水平)。Javid和Sharif(2016)应用巴基斯坦1972-2013年的数据表明,金融发展会引起人均碳排放增加,尤其在金融发展的初期这种作用更加显著。陈欣和刘明(2015)发现金融发展对人均碳排放的整体影响并不显著,他们认为,这是具有不同发展阶段特征的区域产生不同作用互相抵消的结果。Xiong等(2017)发现,在中国的经济发达地区,金融发展减少了碳排放,而在经济欠发达地区,金融发展增长了碳排放。Maji等(2017)对马来西亚的研究发现,总体上看金融发展增加了碳排放,但对于不同行业的效果不同。具体而言,金融发展增加了交通、能源行业的碳排放,减少了制造业和建筑业的碳排放。

目前国内学者把TFP因素纳入到碳排放考察中的研究较少。张金灿和仲伟周(2015)发现,我国碳排放效率和TFP指数都呈现从东部到中、西部依次递减的格局。陈嘉雯等(2018)的经验研究结果表明,从长期来看,能源消费的不断增长是导致碳排放增加的主要原因,而TFP的提高对减少碳排放逐渐产生正向影响;从短期来看,生产率的变化对碳排放的影响微乎其微。

综上所述,以往有关金融发展与碳排放的研究中,存在以下一些欠缺:一是比较忽视内在作用机制,包括TFP对碳排放的作用机制;第二,在研究金融发展与碳排放的关系时,不够重视金融发展内部的结构因素;第三,对于金融发展与TFP如何相互作用,并减少人均碳排放的事实和作用机制缺乏阐释。而本文的研究就是对以上这些不足的探索性改进,本文的贡献主要体现在以下几个方面:一是梳理了金融发展、TFP和碳排放之间的关系,阐述了金融发展影响经济增长和TFP,进而影响能源消费和碳排放的主要机制;二是提出了TFP与碳排放之间的“倒U型”关系假说,进一步区分了“能耗密集型TFP”和“环境友好型TFP”;三是运用1971-2014年G20跨国面板数据进行经验研究,考察了金融发展包括金融规模增加以及金融结构调整、TFP对人均碳排放的影响机制。

三、研究设计

(一)理论框架与研究假设

从文献综述中可以看到,对于金融发展如何影响碳排放,有两条基本的解释思路:一是金

融发展通过经济增长带动能源消费,从而增加了碳排放;二是金融发展提升了 TFP,但 TFP 的提高对于碳排放的影响不确定,可能为正,也可能为负。把两者结合起来,这里就暗含了一个重要推论:TFP 与碳排放之间可能存在一种类似于“环境库兹涅兹曲线”的“倒 U 型”曲线关系。对于一个经济体而言,TFP 的提升在一定阶段以内会增加人均碳排放量,而到了一定阶段之后,则会出现相反的趋势,减少人均碳排放量。

一般地,EKC 假说是检验如下方程是否成立:

$$Pollution_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 Y_{i,t} + \alpha_2 Y_{i,t}^2 + \lambda_i X_{i,t} + \varepsilon_{i,t}$$

其中, $Pollution$ 为污染物排放, Y 为收入水平,一般用以衡量经济发展水平, $\lambda_i X_{i,t}$ 为影响污染的其他因素。当 $\alpha_1 > 0, \alpha_2 < 0$ 时,EKC 假说成立。

本文提出 TFP 与碳排放之间存在“倒 U 型”关系的假说,核心是要检验如下方程:

$$CO_2Emission_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 TFP_{i,t} + \beta_2 TFP_{i,t}^2 + \lambda_i X_{i,t} + \varepsilon_{i,t}$$

其中 $CO_2Emission$ 为碳排放水平, TFP 为全要素生产率, $\lambda_i X_{i,t}$ 为影响污染的其他因素。当 $\beta_1 > 0, \beta_2 < 0$ 时,TFP 与碳排放之间“倒 U 型”关系成立。

与传统的 EKC 相比,本文提出的假说本质上最大的区别在于用 TFP 而不是收入水平作为影响碳排放的核心因素。这种转换主要基于三方面考虑:一是 EKC 假说只是反映了收入与环境之间的一般关系,而对其内在的作用机制解释性较弱;二是收入水平作为经济发展的衡量指标存在较严重的测度问题,比如平均收入水平在收入差距较大的地区难以刻画经济发展的真实状态(余群芝,2008);三是从政策建议的角度看,影响收入 and 经济发展水平的因素过于复杂,容易导致政策建议的针对性不足。

之所以 TFP 与碳排放之间存在“倒 U 型”关系,可以作这样的理解:在经济发展的早期阶段,TFP 的提升主要作用于传统的粗放型经济,表现为利用劳动、能源等要素的能力和效率上升,此时生产率的提升表现为单位产品能源消耗量的增加,从而使 TFP 与碳排放之间存在正向相关关系。在这个阶段, $\beta_1 > 0, \beta_2 < 0$ 的条件无法满足。随着经济转型,经济结构中高能耗、高污染产业的比重下降,而环境友好型的高新技术产业逐渐崛起。此时 TFP 的提升并不会增加这些高新产业的碳排放量,且随着经济结构转型的持续发展,环境友好型的高新技术产业占比逐渐提升,总体上呈现出 TFP 与人均碳排放之间的负向相关关系。此时 $\beta_1 > 0, \beta_2 < 0$ 的条件得到了满足。这种初步推断得到了一些分行业(Maji et al.,2017)、分地区不同发展水平(陈欣、刘明,2015;Xiong et al.,2017)以及分金融发展不同阶段(Javid & Sharif,2016)的研究结论的支持。因此从本质上看,TFP 与碳排放之间的“倒 U 型”关系,反映的可能是经济结构转型升级的过程,如图 1 所示。

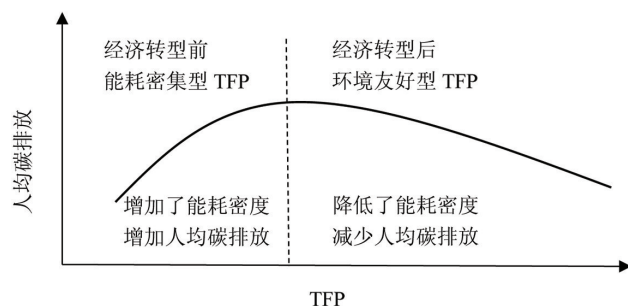


图 1 TFP 与人均碳排放之间的“倒 U 型”关系假说图示

如果这个假设成立,那么从同一时段的横向对比来看,发达经济体 TFP 提升会减少碳排放,而新兴经济体则相反,TFP 提升反而会增加人均碳排放。这是因为,从整条曲线来看,发达经济体可能处于这条“倒 U 型”曲线拐点的右端,而新兴经济体仍然处于这条曲线拐点的左端。事实上,处于不同发展阶段经济体的人均碳排放量的经验结果确实呈现出这种“倒 U 型”形态,如图 2 所示。具体来看,有如下几个显著的特征:一是从数量水平上看,发达国家的人均碳排放量要高于新兴经济体;二是从变化趋势看,新兴经济体与发达经济体也存在显著分化。以中国、印度、巴西为代表的新兴经济体人均碳排放量呈现较快上升趋势,而以美国、英国、法国、意大利为代表的发达经济体则总体呈现下降趋势。尤其是在发达经济体中发展水平相对滞后的意大利,大致以 2000 年左右为界,呈现出先上升、后下降的趋势。据此,根据本文的核心研究内容,我们提出以下研究假设:

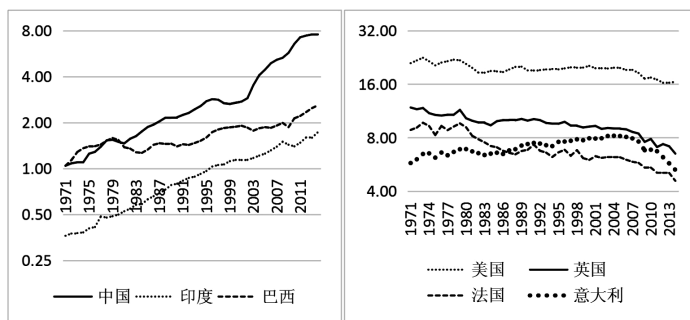
假设 1: TFP 与人均碳排放量之间存在“倒 U 型”关系。

假设 2: 特定的金融发展有利于减少人均碳排放量。

假设 2a: 金融规模扩张对减少人均碳排放量的正面影响较小。

假设 2b: 金融结构优化有利于减少人均碳排放量。

假设 3: 金融发展与 TFP 相互作用可对减少人均碳排放量产生积极影响。



(a) 代表性新兴经济体的人均碳排放 (b) 代表性发达经济体的人均碳排放

数据来源:世界银行数据库。

图 2 人均碳排放(吨/人,1971-2014)

(二) 变量选择与模型设计

本文的被解释变量是人均碳排放量。关于碳排放,主要的指标有两类,一是碳排放量与GDP的关系,即碳排放强度;二是碳排放量与人口数量的关系,即人均碳排放量(陈欣、刘明,2015;Javid & Sharif,2016)。本文选取后者,一是从理论上考虑,与宏观经济理论中多采用人均指标相匹配;二是为了在经验研究中与人均GDP、人均能源消费等人均指标相一致。

核心解释变量有两类,一是TFP指标,这反映了人均排放量的“质”的方面。根据假设1,我们引入TFP的一次项和二次项,检验TFP与碳排放之间是否存在“倒U型”曲线关系。另一类是金融发展指标,又可以细分为金融发展的规模,比如私人信贷/GDP、股票市值/GDP(Levine & Zervos,1998),以及金融结构,比如股票市值/私人信贷(Levine,2002),这既反映了人均排放量的“量”的方面,也反映了人均排放量的“质”的方面。

根据研究假设和文献综述,经济增长和能源消费是影响碳排放的重要因素,作为控制变量。我们也引入经济增长的二次项,考察EKC假说是否成立。从散点图中可以看到主要解释变量和控制变量与人均碳排放之间的关系。人均能源消费与人均碳排放之间关系最为密切(图3a),经济增长次之(图3b),总体上呈现线性特征。而TFP(图3c)、金融发展(图3d)与人均碳排放之间线性关系则相对较弱,这直观上佐证了它们与人均碳排放量之间可能存在的非线性关系或“倒U型”曲线关系。

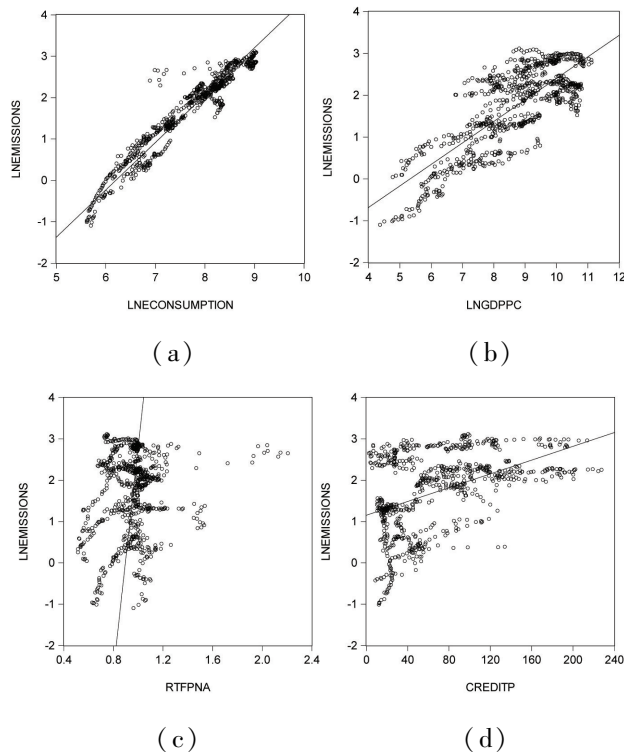


图3 主要变量之间关系散点图

引入 TFP 因素后,我们参照经典文献和近期进展(Grossman & Krueger, 1995;陈欣、刘明, 2015)构建如下基准计量模型:

$$\ln Emission_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 TFP_{i,t} + \beta_2 TFP_{i,t}^2 + \beta_3 FD_{i,t} + \lambda_i X_{i,t} + \rho_i + \mu_t + \varepsilon_{i,t} \quad (1)$$

在考察金融发展、TFP 影响人均碳排放量可能的机制时,引入交互项,得到:

$$\ln Emission_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 TFP_{i,t} + \beta_2 FD_{i,t} + \beta_3 TFP_{i,t} \times FD_{i,t} + \lambda_i X_{i,t} + \rho_i + \mu_t + \varepsilon_{i,t} \quad (2)$$

其中, $\ln Emission$ 是人均碳排放量, TFP 是全要素生产率, FD 是金融发展指标, X 是控制变量, ρ 是个体效应, μ 是时间效应, ε 为随机误差项。

(三) 样本选择与数据来源

本文以 1971-2014 年 G20 国家为样本。之所以选择 G20 作为样本,首先是因为 G20 涵盖了当前主要经济体,其经济总量占比约为全球 GDP 的 70%;其次是 G20 国家有广泛的代表性,包括了以 G7 为代表的发达经济体和以 BRICS 为代表的新兴经济体。本文中人均碳排放量、人均能源消费、人均 GDP 数据来自世界银行数据库,全要素生产率指标来自 Penn World Table 9.0 (Feenstra et al., 2015),分为两类,一类是横向比较(以美国历年的 TFP 水平为 1),另一类是纵向比较,又分为两组,其中 $RTFPna$ 是以 2011 年不变价格水平作为 1 的国家 TFP 水平, $RWTFPna$ 是福利相关的以 2011 年水平作为 1 的国家 TFP 水平,本文根据研究需要选取后者。其余指标来自 Wind 数据库。主要变量的描述性统计如表 1 所示。

表 1 描述性统计

指标	说明	均值	中位数	最大值	最小值	标准差	样本量
$\ln Emission$	人均碳排放量	1.87	2.06	3.09	-0.32	0.81	778
$RTFPna$	全要素生产率	0.96	0.98	1.54	0.56	0.14	778
$RWTFPna$	福利相关的全要素生产率	0.92	0.94	1.59	0.38	0.15	778
$Creditd$	境内信贷/GDP	101.42	89.94	357.32	-10.15	68.42	748
$Creditp$	私人信贷/GDP	78.53	72.12	227.75	8.33	52.44	748
$Marketv$	股票市值/GDP	55.94	41.37	626.84	0.00	52.68	611
$FStructure$	股票市值/私人信贷	83.43	68.33	896.42	0.04	70.88	611
$\ln EConsump$	人均能源消费	7.86	8.01	9.04	5.85	0.77	778
$\ln GDPpc$	人均 GDP	9.04	9.16	11.12	5.70	1.25	778

四、经验结果分析

(一) 基准回归

经过平稳性检验,本文中主要变量均为一阶单整的;根据 Hausman 检验采用固定效应模型进行估计。首先考察经济增长、能源消费对碳排放的影响(见表 2)。模型(1)表明,人均能源消费与人均碳排放之间的关系在 1% 的统计水平上显著,系数为 0.21,此时调整的 R^2 值为

0.33。若只考虑经济增长对碳排放的影响,模型(2)表明,EKC假说成立,即经济增长与人均碳排放之间存在“倒U型”关系。此时,调整的R²值显著地增加为0.92。若把能源消费和经济增长因素同时考虑,如模型(3)所示,能源消费对碳排放的拉动作用和EKC假说仍然成立,且均在1%的水平上显著,此时调整的R²值进一步增加到了约0.99。

接下来我们进一步考察TFP对人均碳排放的影响。模型(4)表明,TFP的增长会提高人均碳排放水平,在1%水平上显著,系数为0.47,系数要大于只考虑能源消费的情况,调整的R²值约为0.98,要远高于只考虑能源消费的情况,甚至高于考虑经济增长的情况。这表明,对于G20的样本而言,TFP能够解释大部分的碳排放变动。如果把经济增长和能源消费因素一起考虑,如模型(5)所示,其结果与模型(3)十分接近,变量的符号一致和显著性水平一致,系数大小也相近,调整的R²值略有增加。

对比多个模型估计效果之后,模型(6)表明^①的确存在TFP与人均碳排放量之间的“倒U型”关系,即TFP对碳排放的影响可能存在先增加,后减少的情况。但相对于EKC假说,从显著性水平来判断,这种关系相对较弱,TFP及其平方项的系数分别在5%和10%的显著性水平上通过检验。这个结果初步支持了假设1。

表 2 基准回归

解释变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<i>lnEConsump</i>	0.2147*** (0.0023)		0.4980*** (0.0409)		0.5863*** (0.0392)	
<i>lnGDPpc</i>		1.5943*** (0.0795)	1.1209*** (0.0728)		1.0229*** (0.0678)	1.5647*** (0.0801)
<i>lnGDPpc</i> ²		-0.0821*** (0.0047)	-0.0613*** (0.0040)		-0.0578*** (0.0037)	-0.0813*** (0.0047)
<i>RTFPna</i>				0.4725*** (0.1341)	0.3544*** (0.0521)	0.6200** (0.2934)
<i>RTFPna</i> ²						-0.2032* (0.1117)
个体固定效应	是	是	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是	是	是
调整的R ²	0.3349	0.9198	0.9865	0.9781	0.9887	0.9784
样本数量	778	778	778	778	778	778

注:***、**、*分别表示1%、5%和10%显著性水平;括号内为标准误。下表同。

^①由于把能源消费放入估计方程后,存在较严重的共线性问题,因此在估计模型(6)时把能源消费从方程中剔除了。

下面我们考察金融发展对碳排放的影响机制(见表3)。我们把可能影响机制分为经济机制和TFP机制。对于经济机制,主要通过金融发展促进经济增长,拉动能源消费进而增加碳排放量的路径传递,金融发展与碳排放之间正相关。对于TFP机制,模型(7)表明,TFP和人均能源消费的交互项在1%的显著水平上为负数,系数为-0.21,说明TFP通过影响能源消费,减少人均碳排放。这种情况在TFP与经济增长的交互项中也得到了相似的结果,如模型(8)所示。这初步支持了假设3。

金融发展对TFP的影响可能比较复杂。一方面金融发展有利于提升资源配置效率和促进技术进步,进而整体上提升了TFP;但另一方面,由于TFP又有高能耗型和环境友好型两种不同的情况,因此TFP对人均碳排放影响的总效应要看两者之间的结构比例关系。从模型(9)-(11)的经验结果来看,总效应并不那么显著,这与陈欣和刘明(2015)的研究结果相似,其可能的解释是其内部异质性影响的作用相互抵消,因此总体上的结果不显著。比较模型(9)和(10),与信贷的增长相比,资本市场的发展更能够与TFP发生积极的交互作用,从而能够减少人均碳排放。这从金融结构的角度再次支持了假设3。

表3 影响机制检验

解释变量	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
$\ln GDP_{pc}$	0.9326*** (0.0729)	1.5850*** (0.0781)	0.9773*** (0.0787)	0.6974*** (0.0802)	0.6151*** (0.0486)
$\ln GDP_{pc}^2$	-0.0520*** (0.0041)	-0.0735*** (0.0054)	-0.0546*** (0.0045)	-0.0405*** (0.0043)	-0.0323*** (0.0028)
$\ln EConsump$	0.7679*** (0.0717)		0.5945*** (0.0397)	0.8510*** (0.0437)	0.8326*** (0.0266)
$RTFP_{na}$	1.8634*** (0.4775)	1.3347*** (0.4048)	0.3862*** (0.0548)	-0.0307 (0.0521)	-0.1378*** (0.0383)
$\ln EConsump \times RTFP_{na}$	-0.2101*** (0.0657)				
$\ln GDP_{pc} \times RTFP_{na}$		-0.1515*** (0.0489)			
$Creditp \times RTFP_{na}$			-0.0005 (0.0003)		
$Marketv \times RTFP_{na}$				-0.0002*** (0.0001)	
$FStructure \times RTFP_{na}$					0.0001 (0.0001)
个体固定效应	是	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是	是
调整的R ²	0.9892	0.9787	0.9878	0.9913	0.9919
样本数量	778	778	748	611	611

(二) 异质性检验

由于 G20 全样本中涵盖了发达经济体和新兴经济体,根据上文的理论框架,我们认为不同经济体中 TFP 对人均碳排放量的影响存在异质性。如表 4 所示,模型(12)和(13)表明,无论是发达经济体(G7)还是新兴经济体(BRICS)^①,能源消费均能拉动碳排放,且均在 1%的水平上显著。相比而言,新兴经济体的系数更大些,且系数值大于 1。

表 4 异质性检验

解释变量	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)
	G7	BRICS	G7	BRICS	G7	BRICS
<i>lnEConsump</i>	0.8766 *** (0.0255)	1.0851 *** (0.0261)				
<i>RTFPna</i>			-1.4360 *** (0.2058)	1.1997 *** (0.4118)	1.7730 *** (0.4734)	2.9138 ** (1.3708)
<i>RTFPna</i> ²					-1.5998 ** (0.7777)	-0.7633 (0.7931)
个体固定效应	是	是	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是	是	是
调整的 R ²	0.8048	0.9184	0.1425	0.0464	0.3063	0.9794
样本数量	288	155	288	155	288	155

模型(14)和(15)则表明,TFP 对于人均碳排放的作用相反:发达经济体的系数显著为负,而新兴经济体的系数显著为正。如果把 TFP 的二次项放入,G7 的二次项显著为负,且系数较大,而新兴经济体 TFP 二次项虽也是负数,但系数较小且统计上不显著。这表明,样本区间内 TFP 在发达经济体上呈现出明显的“倒 U 型”形状,而对于新兴经济体,则至少在样本范围内,仍然呈现线性正相关关系。这个结果再次支持了假设 1。

接下来考察影响机制的异质性(见表 5)。比较发现,发达国家经济体和新兴经济体之间同样存在较大差别。模型(18)和(20)表明,对发达经济体而言,信贷的增加与 TFP 交互作用系数为正,表明信贷增长并无法改善碳排放,而股市市值的增加与 TFP 交互作用后,对人均碳排放起到抑制作用。对于新兴经济体而言,模型(19)和(21)表明,无论是信贷规模还是股市

^①G7 集团是主要工业国家会晤和讨论政策的论坛,成员国包括美国、英国、德国、法国、日本、意大利和加拿大 7 个主要的发达经济体。BRICS 是指金砖国家,因其引用了巴西(Brazil)、俄罗斯(Russia)、印度(India)、中国(China)和南非(South Africa)的英文首字母。

市值,其增长与 TFP 的交互项系数均为正,表明对人均碳排放并未起到抑制作用。这初步验证了假设 2a。

如果进一步考察信贷与股票市值的比例关系,即直接融资与间接融资之间的金融结构,模型(22)和(23)结果表明,直接融资占比提高对发达经济体而言能够减少碳排放,这支持了假设 2b。而对于新兴经济体而言,则作用相反。因此我们认为,要通过优化金融结构来减少碳排放可能还需要满足一定的条件。

表 5 影响机制的异质性检验

解释变量	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)
	G7	BRICS	G7	BRICS	G7	BRICS
<i>lnEConsump</i>	0.3152 *** (0.0953)	1.2465 *** (0.0327)	0.8667 *** (0.0311)	1.0605 *** (0.0267)	0.8853 *** (0.0291)	1.1903 *** (0.0413)
<i>RTFPna</i>	-0.9475 *** (0.0966)	0.1844 * (0.1233)	-0.4162 *** (0.0548)	1.3186 *** (0.2107)	-0.3975 *** (0.1146)	0.0165 (0.0783)
<i>Creditp×RTFPna</i>	0.0007 *** (0.0002)	0.0010 ** (0.0004)				
<i>Marketv×RTFPna</i>			-0.0003 * (0.0002)	0.0032 ** (0.0009)		
<i>FStructure×RTFPna</i>					-0.0014 *** (0.0004)	0.0001 (0.0001)
个体固定效应	是	是	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是	是	是
调整的 R ²	0.9648	0.9935	0.8109	0.9404	0.8182	0.9979
样本数量	281	146	263	101	256	101

为了检验这个特征在纵向时间维度上是否成立,我们进一步以 1997 年为界^①,把 G7 和 BRICS 两组样本再分为两个小组(见表 6)。模型(24)和(25)表明,在 1997 年前后,发达经济体 TFP 提升对减少人均碳排放的作用在减小,系数值由-0.94 变为-0.51,且显著性水平有所下降。但 TFP 与金融结构的协同作用对于减少人均碳排放有了更大的促进作用。这再次支持了假设 2b 和假设 3。而对于新兴经济体而言,模型(26)和(27)表明,这种互动作用在两个时间样本区间尽管系数为负值,但数值很小且都不显著,说明金融结构与 TFP 之间要发挥正向协同作用也不是必然的,在新兴经济体子样本中并未体现。这说明假设 3 成立的要求比较苛刻,经验结果表明,发达经济体金融结构的优化与 TFP 协同作用有助于减少人均碳排放量。

值得关注的是,模型(26)和(27)表明,对于新兴经济体而言其 TFP 的系数在 1997 年之前为正值,说明在这个时间段内,TFP 的提高还会增加人均碳排放,而在 1997 年以后,系数变为负值,尽管系数较小,但在 1%水平上显著。这表明与过去相比,近 20 年来 TFP 的提升对于改善碳排放起到了一定的作用。这是一个积极的结果,说明对于新兴经济体而言,技术进步对于减排的作用也在逐步得到显现。

表 6 按时间分组的影响机制异质性检验

解释变量	(24)	(25)	(26)	(27)
	G7		BRICS	
	1971-1997	1998-2014	1971-1997	1998-2014
<i>lnEConsump</i>	0.4600*** (0.0728)	1.0248*** (0.0544)	0.8465*** (0.2067)	1.2725*** (0.0477)
<i>RTFPna</i>	-0.9350*** (0.1279)	-0.5063* (0.4541)	0.5291* (0.2970)	-0.0287*** (0.0927)
<i>FStructure</i> × <i>RTFPna</i>	-0.0007** (0.0004)	-0.0027*** (0.0007)	-0.0001 (0.0001)	-0.0001 (0.0001)
个体固定效应	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是
调整的 R ²	0.9758	0.7731	0.9997	0.9982
样本数量	144	112	32	68

^①之所以选择 1998 年为界,因为 1997 年爆发了亚洲金融危机,其影响尤其是对新兴经济体的影响波及全球。

(三) 稳健性检验

上述研究结果表明,金融发展通过经济增长和 TFP 两条路径作用于人均碳排放。我们采取如下方法进行稳健性检验(见附录):

(1) 替换指标。在金融发展指标上,我们用国内信贷替换了国内私人信贷,用福利相关的全要素生产率($RWTFPna$)替换原来的全要素生产率($RTFPna$)进行计量分析,结果从系数方向、显著性角度看是稳健的。

(2) 更换时间截断点。由于 1997 年这个年份的选择带有一定的主观性,我们把分组时间替换为 2001 年进行检验^①,结果也是稳健的。

五、结论与政策建议

本文梳理了金融发展、TFP 与人均碳排放之间的内在逻辑关系,构建了金融发展、TFP 与碳排放之间关系的一般分析框架,提出了 TFP 与人均碳排放之间存在的“倒 U 型”关系的假说。在经验研究方面,基于 1971-2014 年 G20 面板数据的结果表明,TFP 与人均碳排放之间存在“倒 U 型”的曲线关系。

进一步考察其影响机制,金融发展与 TFP 对人均碳排放可能产生正向或者负向的交互关系。发达经济体与新兴经济体的信贷增长并不能与 TFP 产生正面的协同作用,无助于减少人均碳排放。对于发达经济体而言,资本市场的发展能够与 TFP 产生协同作用,减少人均碳排放量,而这种机制在新兴经济体中并不存在。

基于本文的理论研究和经验研究,提出如下政策建议:

第一,正视从高速增长到高质量发展需要一个转换过程。随着经济转型升级的深入,在 TFP 逐步提升、迈向高质量发展的过程中,可能存在一个人均碳排放量继续提高的“灰色”时期。此时 GDP 能源强度和碳排放强度下降,能源消费增长放缓,但仍可能出现人均碳排放缓慢增长的局面(何建坤,2017)。总体来看,发达经济体已经迈过了这个阶段,TFP 的提升有助于减少人均碳排放量,而样本区间的新兴经济体似乎仍然没有完全迈过这个门槛,金融结构与 TFP 积极的协同作用受到一定程度的抑制。

第二,坚定不移地发展技术。发达经济体的经验表明,TFP 的减排作用会逐渐显现。因此,要坚定地走提升 TFP、推动高质量发展的道路,转型升级不能停歇。在这个过程中,要更加重视技术进步的关键作用,提升环境友好型 TFP 水平,尽早跨过这道门槛。

第三,要更加注重优化金融结构。经验研究表明,金融规模的扩张无助于减少碳排放,而优化金融结构虽然并不必然带来人均碳排放量的减少,但这却是金融发展与 TFP 协同作用、

^①BRICS 的概念在 2001 年提出,同年中国加入 WTO。

减少人均碳排放的一个基础条件。推动技术进步、促进科技与金融的良性互动,是推动绿色发展和高质量发展的有效途径。

附录:

附表 1 稳健性检验 1(替换指标)

解释变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	All	All	All	All	G7	BRICS
<i>lnEConsump</i>		0.6101*** (0.0230)		0.8209*** (0.0267)	0.3113*** (0.0988)	1.2108*** (0.0438)
<i>lnGDPpc</i>		0.9545*** (0.0384)	1.6948*** (0.0478)	0.6375*** (0.0486)		
<i>lnGDPpc</i> ²		-0.0546*** (0.0021)	-0.0844*** (0.0027)	-0.0332*** (0.0028)		
<i>RWTFPna</i>	0.4305*** (0.0604)	0.3418*** (0.0290)	0.4005** (0.1665)	-0.1321*** (0.0388)	-0.5748*** (0.0922)	0.0390 (0.0624)
<i>RWTFPna</i> ²			-0.1571** (0.0725)			
<i>RWTFPna</i> × <i>FStructure</i>				0.0000 (0.0001)	-0.0009*** (0.0003)	0.0000 (0.0001)
个体固定效应	是	是	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是	是	是
调整的 R ²	0.9391	0.9884	0.9791	0.9918	0.9667	0.9979
样本数量	795	795	795	611	256	101

附表 2 稳健性检验 2(更换时间截断点)

解释变量	(7)	(8)	(9)	(10)
	G7		BRICS	
	1971-2001	2002-2014	1971-2001	2002-2014
<i>lnEConsump</i>	0.4560*** (0.0637)	1.2371*** (0.0384)	1.2314*** (0.2565)	1.2813*** (0.0728)
<i>RTFPna</i>	-0.8302*** (0.1132)	-0.5761*** (0.0897)	-0.0185 (0.3712)	-0.1823 (0.1422)
<i>RTFPna</i> × <i>FStructure</i>	-0.0003 (0.0002)	-0.0003* (0.0002)	0.0000 (0.0002)	-0.0001 (0.0002)
个体固定效应	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是
调整的 R ²	0.9740	0.9959	0.9981	0.9983
样本数量	171	92	48	52

参考文献:

- [1] 陈嘉雯,陈华超,徐强. 全要素生产率与能源消费对碳排放影响的实证分析[J]. 统计与决策,2018,34(13):130-134.
- [2] 陈欣,刘明. 金融发展对二氧化碳排放影响的经验研究[J]. 财经问题研究,2015,(4):40-46.
- [3] 何建坤. 经济新常态下的低碳转型[J]. 环境经济研究,2017,2(01):1-6.
- [4] 李平,付一夫,张艳芳. 生产性服务业能成为中国经济高质量发展新动能吗[J]. 中国工业经济,2017,(12):5-21.
- [5] 齐绍洲,林岫. 电力行业碳排放的影响因素——基于长江经济带空间动态面板的实证研究[J]. 环境经济研究,2016,1(01):91-105.
- [6] 余群芝. 环境库兹涅茨曲线的理论批评综论[J]. 中南财经政法大学学报,2008,(01):20-26.
- [7] 宋德斌. 金融发展、对外贸易与全要素生产率研究[D]. 广州:暨南大学,2015.
- [8] 严成樑,李涛,兰伟. 金融发展、创新与二氧化碳排放[J]. 金融研究,2016,(1):14-30.
- [9] 张金灿,仲伟周. 基于随机前沿的我国省域碳排放效率和全要素生产率研究[J]. 软科学,2015,(6):105-109.
- [10] Apergis, N. and J. E. Payne. Energy Consumption and Economic Growth: Evidence from the Commonwealth of Independent States[J]. Energy Economics, 2009, 31(5): 782-789.
- [11] Aslan, A., N. Apergis, and M. Topcu. Banking Development and Energy Consumption: Evidence from a Panel of Middle Eastern Countries[J]. Energy, 2014a, 72: 427-433.
- [12] Aslan, A., N. Apergis, and S. Yildirim. Causality Between Energy Consumption and GDP in the US: Evidence from a Wavelet Analysis[J]. Frontiers in Energy, 2014b, 6(1): 1-8.
- [13] Belke, A., F. Dobnik, and C. Dreger. Energy Consumption and Economic Growth: New Insights into the Cointegration Relationship[J]. Energy Economics, 2011, 30: 782-789.
- [14] Coers, R. and M. Sanders. The Energy-GDP Nexus: Addressing an Old Question with New Methods[J]. Energy Economics, 2013, 36: 708-715.
- [15] Constantini, V. and C. Martini. The Causality Between Energy Consumption and Economic Growth: A Multi-Sectoral Analysis Using Non-Stationary Cointegrated Panel Data[J]. Energy Economics, 2010, 32(3): 591-603.
- [16] Feenstra, R. C., R. Inklaar, and M. P. Timmer. The Next Generation of the Penn World Table[J]. American Economic Review, 2015, 105(10): 3150-3182.
- [17] Frank, A. G. Industrial Capital Stocks and Energy Consumption[J]. The Economic Journal, 1959, 69(273): 170.
- [18] Goldsmith, R. Financial Structure and Development[M]. New Haven: Yale University Press, 1969.
- [19] Grossman, G. and A. Krueger. Environmental Impacts of a North America Free Trade Agreement[R]. 1991.
- [20] Grossman, G. and A. Krueger. Economic Environment and the Economic Growth[J]. Quarterly Journal of Economics, 1995, 110(2): 353-377.
- [21] Huang, B., M. J. Hwang, and C. Y. Yang. Causal Relationship Between Energy Consumption and GDP Growth Revisited: A Dynamic Panel Data Approach[J]. Ecological Economics, 2008, 67(1): 41-54.
- [22] Janosi, P. E. and L. E. Grayson. Patterns of Energy Consumption and Economic Growth and Structure[J]. The Journal of Development Studies, 1972, 8(2): 241-249.
- [23] Javid, M. and F. Sharif. Environmental Kuznets Curve and Financial Development in Pakistan[J]. Renewable & Sustainable Energy Reviews, 2016, 54: 406-414.
- [24] Kasman, A. and Y. S. Duman. CO₂ Emissions, Economic Growth, Energy Consumption, Trade and Urbanization on New EU Member and Candidate Countries: A Panel Data Analysis[J]. Economic Modelling, 2015, 44: 97-103.

- [25] Khan, A. Q., N. Saleem, and S. T. Fatima. Financial Development, Income Inequality, and CO₂ Emissions in Asian Countries Using Stirpat Model[J]. *Environmental Science and Pollution Research*, 2018, 25(7): 6308–6319.
- [26] Levine, R. Bank-Based or Market-Based Financial Systems: Which is Better? [J]. *Journal of Financial Intermediation*, 2002, 11(4): 398–428.
- [27] Levine, R., N. Loayza, and T. Beck. Financial Intermediation and Growth: Causality and Causes[J]. *Journal of Monetary Economics*, 2000, 46: 31–77.
- [28] Levine, R. and S. Zervos. Stock Markets, Banks, and Economic Growth[J]. *American Economic Review*, 1998, 88: 537–558.
- [29] Mahalik, M. K. and H. Mallick. Energy Consumption, Economic Growth and Financial Development: Exploring the Empirical Linkages for India[J]. *The Journal of Developing Areas*, 2014, 48(4): 139–159.
- [30] Maji, J. K., K. A. Dikshit, and A. Deshpande. Disability-Adjusted Life Years and Economic Cost Assessment of the Health Effects Related to PM_{2.5} and PM₁₀ Pollution in Mumbai and Delhi, in India from 1991 to 2015[J]. *Environmental Science and Pollution Research*, 2017, 24(5): 4709–4730.
- [31] Narayan, P. K., S. Narayan, and S. Popp. A Note on the Long-Run Elasticities from the Energy Consumption-GDP Relationship[J]. *Applied Energy*, 2010, 87(3): 1054–1057.
- [32] Ouedraogo, N. S. Energy Consumption and Economic Growth: Evidence from the Economic Community of West African States (ECOWAS) [J]. *Energy Economics*, 2013, 36: 637–647.
- [33] Ozturk, I., A. Aslan, and H. Kalyoncu. Energy Consumption and Economic Growth Relationship: Evidence from a Panel Data for Low And Middle Income Countries[J]. *Energy Policy*, 2010, 38(8): 4422–4428.
- [34] Park, Y., F. Meng, and M. A. Baloch. The Effect of ICT, Financial Development, Growth, and Trade Openness on CO₂ Emissions: An Empirical Analysis[J]. *Environmental Science and Pollution Research*, 2018, 25(30): 30708–30719.
- [35] Rajan, R. and L. Zingales. Financial Dependence and Growth[J]. *American Economic Review*, 1998, 88: 559–586.
- [36] Rashid, A. and N. Yousaf. Linkage of Financial Development with Electricity Growth, Nexus of India and Pakistan[J]. *Macroeconomics and Monetary Economics*, 2015, 2(34): 151–160.
- [37] Sadorsky, P. Financial Development and Energy Consumption in Central and Eastern Europe Frontier Economies[J]. *Energy Policy*, 2011, 39: 999–1006.
- [38] Sadorsky, P. The Impact of Financial Development on Energy Consumption in Emerging Economies[J]. *Energy Policy*, 2010, 38: 2528–2535.
- [39] Smiech, S. and M. Papiez. Energy Consumption and Economic Growth in the Light of Meeting the Targets of Energy Policy in the EU: The Bootstrap Panel Granger Causality Approach[J]. *Energy Policy*, 2014, 71: 118–129.
- [40] Solow, R. M. The Economics of Resources or the Resources of Economics[J]. *American Economic Review*, 1974, 64: 1–14.
- [41] Tamazian, A., J. P. Chousa, and C. Vadlamannati. Does Higher Economic and Financial Development Lead to Environmental Degradation? Evidence from BRIC Countries[J]. *Energy Policy*, 2009, 37: 246–253.
- [42] Wolde-Rufael, Y. Energy Consumption and Economic Growth: The Experience of African Countries Revisited[J]. *Energy Economics*, 2009, 31: 217–224.
- [43] Xiong, L., Z. Y. Tu, and L. Ju. Reconciling Regional Differences in Financial Development and Carbon Emissions: A Dynamic Panel Data Approach[J]. *Energy Procedia*, 2017, 105: 2989–2995.

[44] Xu, Z., M. A. Baloch, Danish, F. C. Meng, J. J. Zhang, and Z. Mahmood. Nexus Between Financial Development and CO₂ Emissions in Saudi Arabia: Analyzing the Role of Globalization[J]. Environmental Science and Pollution Research, 2018, 25(28): 28378–28390.

[45] Yu, E. and J. Choi. The Causal Relationship Between Energy and GNP: An International Comparison[J]. Journal of Energy and Development, 1985, 10: 249–272.

Financial Development, Total Factor Productivity and Carbon Emissions: Evidence from G20

Yao Xingyuan

(Research Center for Regional Financial Development, Zhejiang Financial College)

Abstract: High quality development is the theme of the New Era. Improving efficiency through financial development, raising TFP and reducing per capita CO₂ emissions are important manifestations of achieving high-quality development. This paper sorts out the inherent logical relationship between financial development, TFP and per capita CO₂ emissions. Based on the panel data of G20 from 1971 to 2014, the empirical results show that there is an inverted U-shaped curve relationship between TFP and per capita CO₂ emissions. Further study shows that credit growth in developed and emerging economies does not have a positive synergistic effect with TFP and does not contribute to reducing per capita carbon emissions. For developed economies, the development of capital markets can synergize with TFP to reduce per capita CO₂ emissions, which does not exist in emerging economies. Therefore, for emerging economies, on the one hand, we must face up to the process of economic transformation and upgrading. On the other hand, we should promote green development and high-quality development by technological, especially the positive interaction between technology and financial development.

Keywords: Financial Development; Financial Structure; TFP; Per Capita CO₂ Emissions; High Quality Development

JEL Classification: G20, O13, O16, Q56

(责任编辑:朱静静)