

# 考虑水资源约束的长江经济带绿色可持续发展评价

马骏<sup>1,2,3</sup>, 刘怡<sup>1,2</sup>

(1. 河海大学商学院, 江苏 南京 211100; 2. 沿海开发与保护协同创新中心, 江苏 南京 210098;  
3. 南京大学理论经济学博士后流动站, 江苏 南京 210009)

**摘要:**以废水排放量作为非理想产出,运用基于方向距离函数的 Malmquist-Luenberger 指数法对长江经济带 11 个省市的 GTFP 进行测度,并通过建立计量模型对影响生产率的多种因素加以分析。研究表明:在 2008—2018 年间,长江经济带 GTFP 总体呈波动态势,且存在地区异质性,东部省市的 GTFP 增长速度总体高于其他地区,技术进步所引发的增长效应是生产率提升的主要动力源泉。水资源约束和长江经济带 GTFP 之间大致呈倒 U 型关系,合理地规制用水所带来的创新补偿效应大于成本负向效应。

**关键词:**水资源约束;GTFP;长江经济带;绿色发展

**中图分类号:**TV213      **文献标志码:**A      **文章编号:**1003-9511(2020)03-0013-06

长江横跨中国东西版图,沿途流经 11 个省市,素有“黄金水道”的美誉。从有记载的原始流域文明到如今集群化的经济探索模式,长江一直为中华民族发展的重要支撑。20 世纪 90 年代,长江产业经济带的概念首次被提出,即发挥长江流域中心城市的辐射作用和吸引作用,联结各自腹地的大中小城市 and 广大农村组成经济区块。2016 年 9 月,中共中央政治局正式印发《长江经济带发展规划纲要》,确立了其“一轴、两翼、三极、多点”的发展新格局,标志着我国从战略层面将长江经济带正式纳入国家规划体系。

我国在建设社会主义道路上着重强调“绿水青山就是金山银山”,但长江经济带发展初期以经济增长为导向的粗放型发展模式导致了资源利用率低下、水污染等系列问题,这与我国经济发展的可持续发展理念相悖。2018 年中华人民共和国发展和改革委员会在《长江经济带绿色发展专项中央预算内投资管理暂行办法》中,对利于长江经济带绿色发展项目提出了重点投资支持。2019 年颁发的《关于发布长江经济带发展负面清单指南(试行)的通知》明确从岸线、河段、区域等方面划出 10 项负面清单,进一步为长江经济带绿色发展强化了制度保障。长江经济带丰富的自然资源尤其是水资源禀赋为其可持续

发展提供了重要的支撑作用,因此,合理配置水资源建成节水型发展模式,是当前环境下的必然选择<sup>[1]</sup>。绿色全要素生产率(green total factor productivity, GTFP)是衡量经济健康发展较为合理的标准,而适当的水资源约束有利于推动资源节约、生态和谐与绿色经济的协调统一。通过研究水资源约束对长江经济带绿色发展的作用机理,制定相关政策以实现长江经济带协调发展,使其从粗放型转为可持续型,是目前政府和学术界面临的重要课题。

## 1 文献综述

21 世纪以来,中国经济迅速发展,综合国力大幅提升。众多学者在度量省域、地区或行业发展状况时,广泛应用全要素生产率(total factor productivity, TFP)的理论框架<sup>[2-5]</sup>。随着经济发展进入新常态,水资源短缺等问题日益严重,在大力提倡绿色环保的主流背景下,传统全要素生产率在评价绿色经济增长方面表现乏力,亟需一种更为合理的测度标准来替代传统的测度方式。Chung 等<sup>[6]</sup>在实际生产研究中,提出了反映环境因素的 GTFP,并将其作为测度经济增长质量的核算指标。自此,关于 GTFP 的测算研究广泛展开。大量学者综合考察不同测度方式,发现传统的 TFP 测算方法忽略了资源环境因

基金项目:中央高校基本科研业务费项目(2018B31114;2018B31014);江苏省博士后基金(1202087C)

作者简介:马骏(1970—),男,副教授,博士,主要从事资源经济、循环经济与技术经济研究。E-mail: majun@hhu.edu.cn

素,从而对经济发展质量的评估产生较大影响<sup>[7-9]</sup>。对比传统测算方法,水资源约束下的长江经济带生产率不仅考虑了污水排放等非期望产出对经济增长的影响,也为制定可持续发展的经济政策奠定了有力的理论基础。

现有文献从不同角度对经济发展与水资源之间的关系进行了阐述。史安娜等<sup>[10]</sup>从水资源保护的视角出发,为长江经济带的新格局发展提供建议。马骏等<sup>[11]</sup>构建了适用于分析水污染税的环境 CGE 模型,研究不同税率对经济绿色发展的影响。刘璐瑶等<sup>[12]</sup>从水资源合作开发的层面进行论述,进而提出促进经济一体化的相关政策。部分学者还对研究区域进行了划分,综合比较不同区域的经济状况与水资源利用效率呈现的差异性<sup>[13-14]</sup>。整体上看,现有研究多以水资源的利用效率为分析重点,围绕经济的可持续发展,从节水、提升水能效等方面展开研究,而在流域经济绿色发展与水资源约束双向作用机制方面的涉及较少。沈晓梅等<sup>[15]</sup>虽对长江流域经济发展中水资源的阻尼效应进行了实证分析,并发现水资源对经济增长的约束作用程度呈明显强弱变化,但其并未对影响流域绿色发展的综合因素进行说明。基于相关文献,本文从以下几个方面对现有研究进行补充:①考虑长江经济带发展过程中非理想产出的问题,为正确评估生产率对经济增长的贡献,采用 Malmquist-Luenberger 指数法并选取废水排放量作为非理想产出变量,较为准确地测算水资源约束下长江经济带的绿色发展指数。②将水资源约束与长江经济带绿色发展纳入同一框架体系,综合分析推动长江经济带持续前行的动力源泉。③依据研究结果,提出相应的政策建议。

## 2 方法与数据

### 2.1 绿色全要素生产率的测度

#### 2.1.1 理论基础

目前对于生产率变动的测算方法大体分为两类,即参数研究法和非参数研究法。本文综合考虑各方法的优缺点,选取 Malmquist-Luenberger 指数法来测算长江经济带 GTFP。该方法无需构建具体生产函数,适用于包含非合意产出的研究情形,能有效避免主观随机因素的干扰。

假定  $t$  时期内各省采用  $M$  种投入  $x = (x_1, x_2, \dots, x_N)$ , 得到  $N$  种理想产出  $y = (y_1, y_2, \dots, y_N)$ , 排放出  $I$  种非理想产出  $z = (z_1, z_2, \dots, z_N)$ 。则生产可能性集合可描述为

$$P(x) = \{(y, z), x \text{ 可以生产 } y, z\} \quad (1)$$

在此基础上,为使理想产出增加的同时非理想

产出减少,引入基于产出的方向性距离函数:

$$D_0^t(x^t, y^t, b^t; g) = \sup \{ \beta : (y^t, b^t) + \beta g \in P^t(x^t) \} \quad (2)$$

式中  $g$  为方向向量,假定  $g = (y, -z)$ 。依据 Chung 等<sup>[6]</sup>及传统 Malmquist 构造思想,则时期  $t$  到第  $t+1$  期的 ML 生产率函数可定义为

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

可将 Malmquist-Luenberger 指数划分成 EFFCH 与 TECH 两部分,其中 EFFCH 可解释为技术进步函数,又称作增长效应,表明技术的创新  $E_C$ ; TECH 可解释为技术效率函数  $T_C$ ,反映了生产过程中的追赶效应。该模型说明了技术进步和技术效率是影响生产率的原始动力,当二者数值分别大于 1 时,代表着技术的提升和技术效率的改进,反之则退步。

$$ML = C_{EFFCH} C_{TECH} \quad (4)$$

$$E_{Ct}^{t+1} y_t^{t+1} = \frac{1 + D_0^t(x^t, y^t, b^t; g^t)}{1 + D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1}; g^{t+1})} \quad (5)$$

$$T_{Ct}^{t+1} \mu_t^{t+1} = \frac{1 + D_0^{t+1}(x^t, y^t, b^t; g^t)}{1 + D_0^t(x^t, y^t, b^t; g^t)} \cdot \frac{1 + D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1}; g^{t+1})}{1 + D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1}; g^{t+1})} \quad (6)$$

当方向向量由  $(y, -z)$  变成  $(y, z)$  时,式(3)即为传统的 Malmquist 生产率函数:

$$M_0(y^{t+1}, x^{t+1}, y^t, x^t) = \left[ \frac{D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1}) D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^t(x^t, y^t) D_0^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{1/2} \quad (7)$$

#### 2.1.2 变量选取

投入变量包括劳动投入、资本投入与水资源投入。其中劳动投入指标采用地区从业人数,虽然各地教育水平存在差距,但考虑到人口流动性等问题,近似忽略从业人口的素质差异。资本投入指标选取永续盘存法处理的各省市总体资本存量,并根据价格指数将其折算为以 2008 年为基期的不变价,折旧率参考以往文献设定为 9.6%<sup>[16]</sup>。水资源投入采用地区用水总量,即包含工业、农业和生活用水的体量之和。

产出变量分为理想产出与非理想产出。由于长江经济带发展所造成的水资源污染观测值难以直接获取,因此采用以往学者的做法<sup>[17]</sup>,用废水排放量作为非理想产出。选取各省市 GDP 作为理想产出,同样将 GDP 平减为以 2008 年为基期的不

变价。

## 2.2 计量模型说明

### 2.2.1 模型构建

长江经济带 GTFP 函数可划分成技术效率函数与技术进步函数,技术效率的改变刻画了水资源使用的规模结构调整与管理经营创新所带来的收益变动,技术进步则反映了在水资源配置中由生产或管理技术的创新引起的经济收益提升。因此,在讨论水资源约束对长江经济带生产率的影响时,为从整体上探索经济建设与水源的协调可持续发展路径,有必要选取多种因素作为控制变量。汲取以往研究成果并结合长江经济带发展现状,构建如下计量经济模型:

$$\rho_{GTFP_{it}} = a_0 + a_1 E_{R_{it}} + a_2 E_{R_{it}}^2 + a_3 R_{DE_{it}} + a_4 E_{R_{it}} R_{DE_{it}} + a_5 E_{DL_{it}} + a_6 K_{P_{it}} + a_7 K_{L_{it}} + a_8 L_{PE_{it}} + \& \quad (8)$$

式中: $\rho_{GTFP}$ 为绿色全要素生产率; $i$ 为各省市; $t$ 为时间; $E_R$ 为水资源约束强度; $R_{DE}$ 为技术创新指标,为了进一步检验水资源约束强度与经济发展的内在作用机制,加入了技术创新与水资源约束强度的交互项  $R_{ED} E_R$ ;  $E_{DL}$ 为发展水平指标; $K_P$ 为城镇化水平; $K_L$ 为资本强度; $L_{PE}$ 为劳动生产率; $\&$ 为随机干扰项。

### 2.2.2 变量选取

a. 绿色全要素生产率:依据模型需要,将测得的 GTFP 指数进行相应转化,以 2008 年生产率指数为基期,将此后年份的生产率指数依次转换成累计增长指数。

b. 水资源约束强度:鉴于数据的可得性,参考姚大庆<sup>[18]</sup>的方法,取各省市废水排放量与地区生产总值比值的倒数作为该指标的衡量标准。

c. 发展水平:采用各省市生产总值与国内生产总值(GDP)的比值来表示。

d. 技术创新指标:采用各省市科研经费内部支出占全国科研经费支出总值的比重来表示,可有效避免价格等内生性因素对结果造成波动性。

e. 城镇化水平:采用各省市城镇人口数与年末总人口数的比值来表示。

f. 资本强度:用各省市人均资本占有量来表示,即资本存量与从业人数的比值。

g. 劳动生产率:用地区生产总值与从业人数的比值来衡量,主要用来反映劳动力在生产过程中的经济效益。

## 2.3 数据来源

结合 2008—2018 年间长江经济带 11 个省市的相关统计数据测算。数据来源为《中国统计年

鉴》与《中国水资源公报》。

## 3 实证结果与分析

### 3.1 绿色全要素生产率水平

运用 DEA2.1 软件对长江流域 11 个省市 2008—2018 年的相关数据进行测算,得出长江经济带各省市 GTFP 及其分解项。表 1 和表 2 分别显示了年份变动与省市差距下各省市 GTFP 及其分解项。

表 1 水资源约束下的 2008—2018 年长江经济带 GTFP 及其分解

时间	GTFP 变动	技术效率	技术进步	纯技术效率	规模效率
2008—2009 年	1.028	0.985	1.044	1.003	0.982
2009—2010 年	0.967	0.986	0.981	0.991	0.995
2010—2011 年	0.929	1.125	0.826	1.034	1.088
2011—2012 年	1.049	0.996	1.053	1.000	0.996
2012—2013 年	1.074	0.995	1.080	0.998	0.996
2013—2014 年	1.065	1.000	1.066	0.997	1.003
2014—2015 年	1.063	1.006	1.057	0.999	1.007
2015—2016 年	1.050	1.008	1.042	1.013	0.996
2016—2017 年	1.030	0.999	1.032	1.009	0.990
2017—2018 年	0.996	0.989	1.007	0.999	0.989
平均值	1.024	1.008	1.016	1.004	1.004

表 2 水资源约束下的 2008—2018 年分地区长江经济带 GTFP 及其分解

省市	GTFP 变动	技术效率	技术进步	纯技术效率	规模效率
上海	1.075	1.045	1.029	1.034	1.011
江苏	1.034	1.009	1.025	1.000	1.009
浙江	1.018	1.003	1.015	1.000	1.003
安徽	1.035	1.000	1.035	1.000	1.000
江西	0.971	1.000	0.971	1.000	1.000
湖北	1.059	1.038	1.020	1.014	1.023
湖南	0.986	1.010	0.977	1.000	1.010
重庆	1.058	1.000	1.058	1.000	1.000
四川	1.026	0.987	1.040	1.000	0.987
云南	0.994	1.000	0.994	1.000	1.000
贵州	1.017	1.000	1.017	1.000	1.000
均值	1.024	1.008	1.016	1.004	1.004

由表 1 可知,从 2008—2018 年的 11 年期间,长江经济带 GTFP 的年均增长率约为 2.4%,总体呈上升趋势,但增长缓慢。从分解结果来看,技术进步对长江经济带 GTFP 的贡献较大,平均增长率为 1.6%,但技术效率对其影响甚微,平均增长率仅为 0.8%,表明在长江经济带各省市发展中仍存在着规模不经济的现象。2009—2011 年间,长江经济带生产率出现了负增长,但在随后的年份中,生产率有所上升,主要归功于技术的大幅改进。2012—2018 年生产率增长指数持续下降,技术进步均表现出较为显著的退步,反之,技术效率则波动不大,说明在 2008—2018 年间,长江经济带 GTFP 的波动大部分

是由技术进步的变动引起,而技术效率仍有较大的提升空间。今后应当适度引导长江经济带周边产业的发展模式,转变以牺牲水资源为代价的扩张方式,从用水规模调整、优化水资源配置等方面入手,确保长江经济带绿色发展稳步前行。

从表2可知,长江经济带11个省市中,大部分省市GTFP年均增长为正向,有3个省呈现负增长,占比27.3%。不同省市间的生产率年均增速变动差异明显。2008—2018年长江经济带GTFP年均增幅最大的前3省市分别为:上海(7.5%)、湖北(5.9%)和重庆(5.8%),年均增幅排名后3位的省份分别为:云南(-0.6%)、湖南(-1.4%)和江西(-2.9%)。在生产率年均增长较大的省份中,技术进步是促使其发展的主要原因,而技术效率的贡献则相对较小,这些省份在不断进行技术革新的同时忽视了用水效率的提高,从长远角度考虑,不利于当地经济发展与水资源节约的协调统一。

为便于观测,表3为2008—2018年长江经济带各省市GTFP的情况。从表3可以直观看出,上海、江苏、浙江的生产率增长速度总体优于其他省市,作为经济发达的东部沿海省市,无论是内部科研经费投入、管理体制变革和用水资源优化,还是在外部相关产业蓬勃发展等方面都具有其他省市所无法比拟的优势。在2008—2012年间,四川省的生产率增速明显高于均值水平,反映出西部大开发战略在四川省成效斐然,而在云南、贵州则效果不甚明显,因此还需加强相关政策扶持,减少省份间的交流壁垒,促进西部各省份经济共同发展。安徽、江西、湖南等中部省份的生产率增速则与均值基本持平,整体态势保持平稳,主要因为中部地区多为传统农业大省,农业用水比例较高,但经济水平较不发达,在缺乏强有力政策支持的情况下,GTFP难以获得有力提升。值得关注的是,西部地区中四川、云南、重庆的GTFP

整体上高于安徽、江西、湖南这些中部省份,这与传统意义上的认知存在差异。虽然西部省市在经济建设上起步较晚,但更为注重资源节约尤其是水资源合理利用,植被绿化率与水土保持率高于中部地区,因此在考虑经济绿色发展时,西部地区整体状况更优。

### 3.2 水资源约束对长江经济带GTFP影响因素分析

通过EViews8.0对数据进行回归分析,Hausman检验显示应选用固定效应模型,具体回归结果见表4。

从具体结果可以得出,当采用固定效应模型时,水资源约束与长江经济带GTFP的关系呈现倒U型,即在合理范围内,水资源约束对生产率具有较为明显的正向促进作用,但伴随约束强度的提高,这种积极作用会逐渐减少,直至抑制长江经济带GTFP的增长。水资源约束强度的提高意味着企业所需投入的治理污水费用也随之增加,在这种局面下,企业更倾向于投入研发资金用以改进治污技术,从而实现河流净化与生产率增长的双赢局面。

为进一步探索水资源约束影响长江经济带GTFP增长的内在机制,在控制变量中选取了技术创新和水资源约束的交互项。结果显示,技术创新对GTFP具有显著的积极作用,且交互项系数为正值,表明合理的用水排污管制能够激发企业进行技术创新,研发出更为科学的技术成果与组织管理模式,在提高生产率的同时极大地节约成本,从而补偿因治理污水所产生的创新投入。造成该结果的原因可能为长江经济带环境保护与经济效益的矛盾日益突出,可持续发展的生态理念迫使政府密集出台了大量针对长江经济带绿色发展的政策,短期内,费用的提升会加重相关用水企业的运行成本,是生产率增长的不利因素,但从长期视角观测,在生态环保理念

表3 水资源约束下的2008—2018年长江经济带各省市GTFP

省市	GTFP									
	2008—2009年	2009—2010年	2010—2011年	2011—2012年	2012—2013年	2013—2014年	2014—2015年	2015—2016年	2016—2017年	2017—2018年
上海	0.974	0.917	1.156	1.036	1.073	1.152	1.125	1.108	1.156	1.086
江苏	0.994	0.976	0.962	1.046	1.107	1.030	0.994	1.064	1.134	1.042
浙江	0.994	0.904	0.988	1.021	1.097	1.083	1.150	1.004	0.993	0.965
安徽	1.138	1.032	0.835	1.054	1.059	1.058	1.057	1.100	1.046	0.997
江西	0.999	0.938	0.860	0.988	1.010	0.981	0.975	0.979	1.014	0.975
湖北	1.069	0.924	0.993	1.166	1.137	1.116	1.037	1.076	1.044	1.047
湖南	0.911	0.878	0.909	0.946	1.056	1.067	1.057	1.056	1.018	0.985
重庆	1.019	1.092	0.991	1.141	1.088	1.122	1.113	0.962	1.027	1.041
四川	1.191	1.014	0.941	1.152	1.044	1.047	1.096	0.986	0.915	0.916
云南	1.093	1.021	0.815	0.998	1.006	1.046	0.987	1.056	1.009	0.934
贵州	0.953	0.965	0.825	1.019	1.151	1.027	1.123	1.182	0.999	0.979
均值	1.028	0.967	0.929	1.049	1.074	1.065	1.063	1.050	1.030	0.996

表4 水资源约束对长江经济带 GTFP 的影响因素分析

参数	固定效应模型 GTFP(1)		固定效应模型 GTFP(2)		固定效应模型 GTFP(3)		固定效应模型 GTFP(4)	
	回归结果	t	回归结果	t	回归结果	t	回归结果	t
$E_R$	0.0912***	2.3317	0.1626**	3.4402	0.0819***	2.9627	0.825***	2.0067
$E_R^2$	-0.3783**	-6.9941	-0.5938***	-7.3024	-0.5295***	-8.3850	-0.6492**	-5.7385
$R_{DE}$	1.5247**	3.1276	0.8745**	3.2605	0.7967**	2.7964	0.8657**	4.1254
$E_R R_{DE}$	0.7579***	12.3549	0.693**	9.3564	0.52113**	6.2787	0.8692***	7.2029
$E_{DL}$	11.2536***	13.2398	12.9230***	9.1296	10.2132***	12.7043	8.1370***	9.1284
$K_P$	0.0003***	4.1398	0.0005**	5.2490	0.0003**	6.1239	0.0002**	6.0483
$K_L$	-0.3544*	-1.0563	-0.1912*	-3.1082	-0.9832	-1.3293	-0.4203*	-1.4734
$L_{PE}$	-25.6204	-3.5347	-24.7437	-5.2493	-20.1203	-2.3219	-22.3974	-2.6824
$C$	2.5756***	3.8508	3.2108***	5.1238	3.1746***	4.2174	2.2138***	3.3218
$R_2$	0.7913		0.8301		0.7712		0.6804	
F	20.7538***		17.6945***		21.0785***		26.3560***	

注：\*、\*\*、\*\*\* 分别表示在 10%、5%、1% 水平上显著。

与用水治污强度增大的双重作用下,探寻技术创新能力的提升成为长江经济带追求可持续发展的最佳出路。

在其他指标中,地区发展水平对生产率的增长具有积极作用,长江经济带发展水平的提升体现在较高的资本产出与较低的要投入方面,有利的经济氛围可增强地区发展与环境的协调性,从而促进水资源约束下生产率的增长。随着资本强度的增加,长江经济带 GTFP 呈下降趋势。人均资本占有量越大,代表工业化与现代化的水平越高,而现阶段用水行业的发展通常都以水资源的大量低效率消耗为代价,在考虑污水治理等因素后,生产率的增长也受到阻碍。劳动生产率对 GTFP 的增长无明显统计意义上的相关性,说明生产过程中的人力经济效应并没有造成生产率的变动,可能原因是现代用水行业以资本密集型为主要导向,劳动的贡献率相对减少,从而其经济效益作用并不明显。城镇化水平对生产率的增长具有正面影响,城镇化的发展有利于建立对污水的集中处理机制,从而提升水资源循环利用效率,节约用水企业治污成本,促使生产率的增长。

为避免模型本身存在的内生性问题对研究结果的干扰,选取 3 个不同变量指标进行稳健性检验:①保持其他指标不变,将劳动生产率指标采用地区第二、三产业增加值之和与从业人数的比值来表示,结果列于表 4(2)列;②保持其他变量不变,将第二、三产业增加值之和与国内生产总值的比值作为发展水平指标,结果列于表 4(3)列;③同时改变劳动生产率、发展水平指标,结果列于表 4(4)列。由表 4 可见,在指标选取发生变化后,回归结果只有轻微变动,而基本结论并未发生改变,因此可以得出上述估计结果具有稳健性。

## 4 结论与政策建议

### 4.1 结论

目前,有关长江经济带水资源的实证研究大多聚集在用水效率的波动性及经济发展与水资源配置的脱钩分析上,忽视了水资源约束对生产率的动态作用机制。本文采用考虑非理想产出的 Malmquist-Luenberger 指数法度量了 2008—2018 年间长江经济带 11 个省市的 GTFP,并构建面板数据模型进一步对水资源约束与生产率二者间存在的联动关系进行实证检验。

a. 从整体层面来看,长江经济带 GTFP 总体呈波动态势,不同省市的生产率年均增速变动差异明显,其中呈现负增长的省市约占 27.3%。技术进步带来的增长效应是生产率提升的主要动力源泉,技术效率引致的水平效应则贡献较小。

b. 从地区层面来看,东部省市的 GTFP 增长速度总体高于经济水平相对落后的中、西部地区,四川省在 2008—2012 年间增速明显高于均值水平,而安徽、江西、湖南等中部地区省份的增速则与均值基本持平,整体态势保持平稳。

c. 从长期视角观测,水资源约束与长江经济带 GTFP 的几何关系呈现显著倒 U 型,一定范围内的用水制约能够有效地激发用水企业进行技术革新,因创新而带来的补偿效应大于成本负向效应。

d. 地区发展水平与城镇化水平对生产率的增长具有正向推动作用,但资本强度与生产率的增长呈现负相关,劳动生产率对其则无明显统计意义上的相关性。

### 4.2 启示

a. 长江经济带横跨东西,不同地区发展各异,对政策制定者而言,要充分考虑地区间水资源禀赋

的差异,发挥东部地区经济发达省市在合理配置水资源方面的领头优势,带动其他发展较为欠缺、生产率较低的省份,减少地区间技术交流壁垒。

b. 长江经济带的快速腾飞离不开企业的蓬勃发展,而生产率的增长是促进企业欣欣向荣的重要环节,从节水与净水角度出发,政策制定者应采取合理的水资源约束强度来动态提升长江经济带 GTFP,以期达到生态友好和谐与经济繁荣发展的双赢局面<sup>[19]</sup>。

c. 绿色生态环保理念需要多方共同认可、支持并执行,因此政府不仅需要制定用以保障水资源与长江经济带生产率增长协调发展的可持续性政策,在大力投入创新研发资金的同时,更要为新清洁型技术的全面推行与广泛应用配以相应的激励措施。

#### 参考文献:

[1] 朱敏杰, 马骏. 江苏省水利基础设施与经济的关系: 基于面板数据的实证分析[J]. 水利经济, 2016, 34(5): 6-10.

[2] 赖平耀. 中国经济增长的生产率困境: 扩大投资下的增长下滑[J]. 世界经济, 2016, 39(1): 75-94.

[3] 马骏, 王雪晴. 长江经济带工业环境效率差异及其影响因素: 基于超效率 DEA-Malmquist-Tobit 模型[J]. 河海大学学报(哲学社会科学版), 2017, 19(3): 49-54.

[4] 马骏, 刘怡. 环境规制对中国房地产业绿色发展的影响分析: 基于 31 个省份的面板数据[J/OL]. 资源与产业: 1-11 [2020-04-29]. <https://doi.org/10.13776/j.cnki.resourcesindustries.20200318.001>.

[5] 马骏, 李夏, 张忆君. 江苏省环境效率及其影响因素研究: 基于超效率 SBM-ML-Tobit 模型[J]. 南京工业大学学报(社会科学版), 2019, 18(2): 71-80

[6] CHUNG Y H, FÄRE R, GROSSKOPF S. Productivity and undesirable outputs: a directional distance function approach[J]. Journal of Environmental Management, 1997, 51(3): 229-240.

[7] TELLE K, LARSSON J. Do environmental regulations hamper productivity growth? How accounting for improve-

ments of plants' environmental performance can change the conclusion [J]. Ecological Economics, 2006, 61(2): 438-445.

[8] GRAY W B, SHADBEGIAN R J. 'Optimal' pollution abatement: whose benefits matter, and how much? [J]. Journal of Environmental Economics and Management, 2003, 47(3): 510-534.

[9] RUBASHKINA Y, GALEOTTI M, VERDOLINI E. Environmental regulation and competitiveness: empirical evidence on the porter hypothesis from European manufacturing sectors[J]. Energy Policy, 2015, 83: 288-300.

[10] 史安娜, 陆添添, 冯楚建. 长江经济带社会经济发展与水资源保护水平研究[J]. 河海大学学报(哲学社会科学版), 2017, 19(1): 24-28.

[11] 马骏, 李亚芳. 基于环境 CGE 模型的江苏省水污染治理政策的影响研究[J]. 统计与决策, 2019, 35(6): 62-65.

[12] 刘璐瑶, 胡兴球, 康凯. 区域经济一体化与区域层面水资源合作开发机制研究[J]. 水利经济, 2019, 37(5): 31-34.

[13] 许永欣, 马骏. 基于面板 VAR 模型的农业用水与农业经济增长关系研究[J]. 山东农业科学, 2017, 49(5): 159-163.

[14] 马骏, 颜秉姝. 基于环境库兹涅茨理论的经济发展与用水效率关系形态研究: 来自我国 2002—2013 年 31 个省份面板数据的证据[J]. 审计与经济研究, 2016, 31(4): 121-128.

[15] 沈晓梅, 夏语欣, 姜明栋, 等. 长江经济带经济增长进程中的水资源阻尼效应研究[J]. 中国环境管理, 2019, 11(5): 67-73.

[16] 张军, 吴桂英, 张吉鹏. 中国省际物质资本存量估算: 1952—2000[J]. 经济研究, 2004(10): 35-44.

[17] 黄德春, 任也平, 张长征. 强度-总量控制下的水资源利用效率对人水和谐的影响[J]. 水利经济, 2019, 37(2): 1-7.

[18] 姚大庆. 母国环境规制与外商直接投资: 对污染避难所效应的一个解释[J]. 世界经济研究, 2015(3): 65-71.

[19] 马骏, 王改芹. 环境规制对制造业产业结构升级的影响[J]. 水利经济, 2019, 37(2): 26-30.

(收稿日期: 2019-12-30 编辑: 胡新宇)

(上接第 6 页)

[9] 卢曦, 许长新. 长江经济带水资源利用的动态效率及绝对  $\beta$  收敛研究: 基于三阶段 DEA-Malmquist 指数法[J]. 长江流域资源与环境, 2017, 26(9): 1351-1358

[10] 孙才志, 马奇飞, 赵良仕. 基于 SBM-Malmquist 生产率指数模型的中国水资源绿色效率变动研究[J]. 资源科学, 2018, 40(5): 993-1005

[11] 杨高升, 谢秋皓. 长江经济带绿色水资源利用效率时空分异研究: 基于 SE-SBM 与 ML 指数法[J]. 长江流域资源与环境, 2019, 28(2): 349-358.

[12] 马海良, 丁元卿, 王蕾. 绿色水资源利用效率的测度和

收敛性分析[J]. 自然资源学报, 2017, 32(3): 406-417.

[13] TONE K. Aslacks-basedmeasureofsuper-efficiencyindata-envelopmentanalysis[J]. European Journal of Operational Research, 2002, 143(1): 132-145.

[14] 江丽丽, 赵敏. 江苏省生产用水利用效率分析[J]. 水利经济, 2019, 37(3): 72-77.

[15] 尚海洋, 宋妮妮. 人类可持续发展指数测算与演变特征: 对我国 31 个省 2005、2010、2014 年的分析[J]. 兰州财经大学学报, 2018, 34(4): 109-117.

(收稿日期: 2019-07-17 编辑: 胡新宇)