

中国区域绿色全要素生产率 增长差异及收敛分析

胡晓珍, 杨 龙

(重庆交通大学 财经学院, 重庆 400074)

摘 要:文章利用熵值法拟合环境污染综合指数,将其作为经济的非理想产出纳入非参数 DEA-Malmquist 指数模型,测度了 1995—2008 年中国 29 个省份的绿色 Malmquist 指数,并在此基础上分析了我国的绿色 Malmquist 指数、绿色技术效率和绿色技术进步率对区域经济增长差距的影响及其时间演化趋势。研究表明:样本期内,我国的环境污染日益严重;考虑环境污染因素后,中国的全要素生产率增长率显著下调,技术进步率的差异是地区经济增长差距的主要原因;我国的绿色 Malmquist 指数整体上不存在绝对收敛趋势,只有东部地区呈现较典型的俱乐部收敛特征;在控制投资率、从业人员增长率与环境治理力度后,各地区均表现出条件收敛趋势。

关键词:熵值法;数据包络分析;绿色 Malmquist 指数;收敛

中图分类号:F061.5 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-9952(2011)04-0123-12

一、引 言

1978 年改革开放以来,中国经济以年均 10.5% 的速度增长,持续时间之久、速度之快,令世界瞩目。与此同时,由于粗放型增长方式一直未得到根本性转变,经济的快速增长导致我国自然资源过度消耗,环境污染问题日趋严重。相关统计资料表明,2004 年我国环境污染造成的经济损失约 5 118 亿元,占 GDP 的比例达 3.05%。2008 年,全国工业废水排放量达 241.65 亿吨,工业二氧化硫排放量达 1 991.4 万吨,工业固体废弃物产生量达 19.01 亿吨。经济增长遭遇环境“瓶颈”,质量不高,纯粹以 GDP 为导向的增长模式严重破坏了经济可持续发展的基础。进入 21 世纪,中国的环境污染问题引起政府高度重视,国家统计局于 2004 年启动“绿色 GDP 核算”项目,但因缺乏成熟的核算理论及核算工作的复杂性,相关研究工作还处于攻坚阶段。此外,为切实转变

收稿日期:2011-01-21

作者简介:胡晓珍(1984—),女,安徽涡阳人,重庆交通大学财经学院讲师;

杨 龙(1982—),男,湖北监利人,重庆交通大学财经学院讲师。

经济增长方式,中央在“十一五”规划中明确提出“节能减排”两项约束性指标,环境问题被提升到国家战略高度。

中国经济增长的特征一直是国内外学者研究的热点,但多数研究集中于探求高速增长的源泉和动力,而对不当的增长模式所造成的后果如资源浪费和环境污染等问题关注较少。关于改革开放以来区域全要素生产率增长的差异,颜鹏飞和王兵(2004),郑京海和胡鞍钢(2005)运用数据包络分析(DEA)测算了中国各省的曼奎斯特(Malmquist)生产率指数,指出20世纪90年代以来,技术效率与技术进步水平的差异是地区生产率差异的主要原因;傅晓霞和吴利学(2006)王志刚、龚六堂和陈玉宇(2006)则通过随机前沿模型(SFA)将各地区全要素生产率的变动进行分解,认为全要素生产率的增长率主要由技术进步率决定。对中国各地区经济增长的收敛性分析,目前的研究尚无一致结论。Chen和Fleisher(1996)认为中西部地区在初始经济基础条件上远远落后于东部地区,导致其在技术水平和对外经济贸易等方面与东部地区的差距日益扩大;沈坤荣和马俊(2002)指出我国东中西三大地区的俱乐部收敛趋势非常明显;林毅夫和刘培林(2003)从劳均资本积累的角度分解地区收入差距,指出中西部地区经济增长速度落后于东部地区的主要原因在于其违背了比较优势原则,未能充分利用本地区较充足的劳动力资源,从而造成产业结构扭曲,地区差距扩大。然而这些实证研究普遍存在的一个缺陷是,均忽略了环境污染成本对经济效率及经济收敛趋势的影响,而以单一的GDP为产出指标计算得到的经济效率是有偏差的,不能准确衡量相关经济体可持续发展的水平。

忽略经济发展过程中的环境污染代价不仅会使我们对改革开放以来的经济增长缺乏全面的认识,而且会诱使地方政府以地区生产总值为单一目标,继续走高污染高增长的发展道路。由于环境污染造成的影响具有累积与放大效应,发展到一定时期有可能变为不可逆转的恶化,最终影响经济的可持续发展能力。鉴于此,我们认为有必要在考虑环境污染情况下对各地区的全要素生产率增长率、技术进步率和技术效率指数重新进行测算,并在此基础上探讨地区经济增长差距的时间演化趋势。

本文首先运用熵值法将六种环境污染指标拟合为一个综合指数,将其作为经济的非理想产出,利用非参数DEA-Malmquist指数方法估算中国29个省份1995—2008年的绿色Malmquist指数、绿色技术效率与绿色技术进步率,从绿色全要素生产率角度分析区域经济增长差异;然后在此基础上利用 σ 检验、绝对 β 检验以及动态面板数据一阶差分GMM估计(条件 β 检验)对区域绿色全要素生产率增长进行收敛性分析。

二、研究方法

在数据包络分析(Data Envelopment Analysis, DEA)基础上发展起来的

Malmquist 指数生产率模型是对全要素生产率增长率进行测算和分解的一种非参数模型。该模型假设在每个时刻 $t=1, 2, \dots, T$, 决策单位使用生产技术 S^t 将投入要素 $x^t \in \mathbf{R}_+^N$ 转化为产出 $y^t \in \mathbf{R}_+^M$, S^t 为 t 时刻的技术可能集:

$$S^t = \{(x^t, y^t) : x^t \text{ 生产 } y^t\} \quad (1)$$

根据 Fare(1988), S^t 应满足固定规模报酬与要素可强处置的条件。 t 时刻的产出距离函数可定义为 Farrell(1957)所测算的产出技术效率的倒数,即在给定投入 x^t 条件下,生产能够向产出 y^t 方向扩张的最大比例的倒数:

$$D_i^t(x^t, y^t) = \inf\{\theta : (x^t, y^t/\theta) \in S^t\} = (\sup\{\theta : (x^t, \theta y^t) \in S^t\})^{-1} \quad (2)$$

特别地, $(x^t, y^t) \in S^t$ 时, $D_i^t(x^t, y^t) \leq 1$; 当且仅当 $D_i^t(x^t, y^t) = 1$ 时, (x^t, y^t) 为技术前沿面上的点,此时生产在技术上是有效率的,既定投入实现了最大产出。其中,技术前沿面是根据所选取的样本数据由线性规划技术计算得到。而涉及两个不同时刻的距离函数 $D_i^t(x^{t+1}, y^{t+1})$ 则表示在 t 时刻的技术水平下, (x^{t+1}, y^{t+1}) 所能达到的最大可能产出与实际产出之比,也即:

$$D_i^t(x^{t+1}, y^{t+1}) = \inf\{\theta : (x^{t+1}, y^{t+1}/\theta) \in S^t\} \quad (3)$$

需要注意的是, $(x^t, y^t) \in S^t$, $(x^{t+1}, y^{t+1}) \in S^{t+1}$, 但 $(x^{t+1}, y^{t+1}) \notin S^t$ (如出现技术进步), 因此 $D_i^t(x^{t+1}, y^{t+1}) > 1$ 是可行的。

此时,以 t 时刻的技术为参照,基于产出的 Malmquist 指数可定义为:

$$M_i^t = D_i^t(x^{t+1}, y^{t+1}) / D_i^t(x^t, y^t) \quad (4)$$

同理, $D_i^{t+1}(x^t, y^t)$ 表示以 $t+1$ 时刻的生产技术为参照时 (x^t, y^t) 所能达到的最大可能产出与实际产出之比,此时 Malmquist 指数可以定义为:

$$M_i^{t+1} = D_i^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}) / D_i^{t+1}(x^t, y^t) \quad (5)$$

为避免选择生产技术参照时的随意性,我们用 M_i^t 和 M_i^{t+1} 这两个 Malmquist 指数的几何平均值来计算全要素生产率增长率的变化,也即:

$$\begin{aligned} M_i(x^{t+1}, y^{t+1}; x^t, y^t) &= \left[\left(\frac{D_i^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_i^t(x^t, y^t)} \right) \left(\frac{D_i^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_i^{t+1}(x^t, y^t)} \right) \right]^{1/2} \\ &= \frac{D_i^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_i^t(x^t, y^t)} \left[\left(\frac{D_i^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_i^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \right) \left(\frac{D_i^t(x^t, y^t)}{D_i^{t+1}(x^t, y^t)} \right) \right]^{1/2} \end{aligned} \quad (6)$$

其中,技术效率变化指数(EFF)测度的是每个决策单位从 t 到 $t+1$ 向生产前沿面的趋近程度, EFF 大于 1 (小于 1) 表明技术效率提高 (下降); 技术进步率指数(TECH)测度的则是从 t 到 $t+1$ 生产技术向产出增加方向上的移动, TECH 大于 1 (小于 1) 表明从 t 到 $t+1$ 出现了技术进步 (技术退步)。在实证研究中,我们使用上述非参数线性规划技术计算 Malmquist 指数。假定有 $k=1, 2, \dots, K$ 个省份在时刻 $t=1, 2, \dots, T$ 使用 $n=1, 2, \dots, N$ 种投入 $x_{k,n}^t$ 生产 $m=1, 2, \dots, M$ 种产出 $Y_{k,m}^t$ 。在固定规模报酬和投入要素可强处置条件下,可以得到 t 时刻生产技术前沿 S^t 的计算公式:

$$S^t = \{ (x^t, y^t) : y_m^t \leq \sum_{k=1}^K z_k^t y_{k,m}^t ; \sum_{k=1}^K z_k^t x_{k,n}^t \leq x_n^t ; z_k^t \geq 0 \} \quad (7)$$

其中, z 表示每一个横截面观测值的权重。

要测算 k' 省以时刻 t 为基期 $t+1$ 时刻的 Malmquist 指数, 我们需要求解四个不同的线性规划问题: $D_i^t(x^t, y^t)$ 、 $D_i^{t+1}(x^t, y^t)$ 、 $D_i^t(x^{t+1}, y^{t+1})$ 和 $D_i^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$ 。对于每一个 $k'=1, 2, \dots, K$ 省份, $D_i^t(x^t, y^t)$ 的线性规划表达式为:

$$\begin{aligned} [D_i^t(x_{k'}^t, y_{k'}^t)]^{-1} &= \max \theta^{k'} \\ \text{s.t.} \quad \theta^{k'} y_{k',m}^t &\leq \sum_{k=1}^K z_k^t y_{k,m}^t \quad m=1, 2, \dots, M \\ \sum_{k=1}^K z_k^t x_{k,n}^t &\leq x_{k',n}^t \quad n=1, 2, \dots, N \\ z_k^t &\geq 0 \quad k=1, 2, \dots, K \end{aligned} \quad (8)$$

以此类推, 我们可得 $D_i^t(x^{t+1}, y^{t+1})$ 、 $D_i^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$ 和 $D_i^{t+1}(x^t, y^t)$ 的线性规划表达式。此时需注意, $(x_{k'}^{t+1}, y_{k'}^{t+1}) \notin S^t$, $(x_{k'}^t, y_{k'}^t) \notin S^{t+1}$, 所以 $D_i^t(x_{k'}^t, y_{k'}^t) \leq 1$ 、 $D_i^{t+1}(x_{k'}^{t+1}, y_{k'}^{t+1}) \leq 1$, 但 $D_i^t(x_{k'}^{t+1}, y_{k'}^{t+1})$ 与 $D_i^{t+1}(x_{k'}^t, y_{k'}^t)$ 的取值可以大于 1。

三、数据说明与 Malmquist 指数测算结果

(一) 数据与指标选取。本文以 1995—2008 年我国 29 个省份为研究对象, 并参照国家统计局的区域划分法, 将 29 个省份划分为东部、中部和西部地区,^① 考察存在非理想产出——环境污染情况下, 各省份的绿色全要素生产率的增长差异及收敛趋势。数据主要来源于相关年份的《中国统计年鉴》、《中国工业经济统计年鉴》、《中国环境统计年鉴》和《中国区域经济统计年鉴》。

与生产型企业类似, 各省份需要有生产要素的投入才会有产出。在产出指标选取方面, 已有研究大多将各省份地区生产总值作为产出指标, 忽略了环境污染对经济效率的不利影响。为了从经济可持续发展的角度测算各地区经济效率, 我们以环境污染指数作为经济体的非理想产出, 将其取倒数后纳入生产率评价模型。各地区生产总值数据来源于相关统计资料, 并经各地区居民消费价格指数(CPI)进行平减得到, 各地区非理想产出(环境污染)为熵值法构造的综合环境污染指数的倒数。本文选取的投入指标为资本、劳动以及各地区的技术投入要素。劳动和技术投入分别为各地区年末从业人员数量和专利授权数量, 数据来源于官方统计资料; 由于无法获得公开的各地区资本存量数据, 本文采用永续盘存法对各地区资本存量进行估算, 并以此作为资本投入数据。

(二) 环境污染综合指数的构造。我国环境污染主要来源于工业制造业部门, 本文选取各地区工业废水排放量、工业废气排放量、工业烟尘排放量、工业粉尘排放量、工业二氧化硫排放量和工业固体废弃物产量这六类污染排放物进行环境污染综合评价, 利用熵值法将其拟合为综合环境污染指数。熵值法

拟合环境污染指数的主要步骤为：

(1)指标的无量纲处理。设 x_{ij} 为地区 i 第 j 个环境污染指标的取值($i=1, 2, \dots, m, j=1, 2, \dots, n$)，则原始指标数据矩阵为 $X_{ij}=(x_{ij})_{m \times n}$ ，地区 i 第 j 个指标值的比重为：

$$x'_{ij} = x_{ij} / \sum_{i=1}^m x_{ij} \tag{9}$$

于是原始矩阵转化为无量纲矩阵 $X'_{ij}=(x'_{ij})_{m \times n}$ 。

(2)计算指标 j 的熵值 e_j 。

$$e_j = -\frac{1}{\ln m} \sum_{i=1}^m x'_{ij} \ln x'_{ij}, 0 \leq e_j \leq 1 \tag{10}$$

(3)计算指标 j 的差异性系数 e'_j 。

给定指标 j ，各样本的 x'_{ij} 差异性越小，熵值 e_j 越大，指标 j 在综合评价中的作用越小。本文定义 $e'_j=1-e_j$ ，则 e'_j 越大，指标 j 在综合评价中越重要。

(4)计算指标 j 的客观权重 ω_j 。

$$\omega_j = e'_j / \sum_{j=1}^n e'_j = (1 - e_j) / \sum_{j=1}^n (1 - e_j) \tag{11}$$

(5)计算综合指数 POL_i 。

$$POL_i = \sum_{j=1}^n x'_{ij} \omega_j \tag{12}$$

POL_i 为第 i 个样本的环境污染综合指数， POL_i 越大，环境污染程度越高。本文计算了各地区 1995—2008 年的环境污染综合指数，见表 1。

表 1 1995—2008 年东、中、西部环境污染综合指数

年份	1995	1997	1999	2001	2003	2004	2005	2006	2007	2008
东部	0.0411	0.0396	0.0404	0.0417	0.0401	0.0397	0.0406	0.0405	0.0408	0.0383
中部	0.0385	0.0392	0.0394	0.0384	0.0413	0.0416	0.0417	0.1414	0.0418	0.0392
西部	0.0276	0.0272	0.0322	0.0359	0.0382	0.0365	0.0377	0.0382	0.0398	0.0264
全国	0.0361	0.0355	0.0376	0.0364	0.0394	0.0418	0.0429	0.0301	0.0401	0.0434

表 1 显示，全国平均环境污染综合指数由 1995 年的 0.0361 上升至 2008 年的 0.0434，整体上呈上升趋势。2003 年之前，三大区域环境污染综合指数由东部、中部、西部依次递减；2003 年以后，中部地区的环境污染程度迅速上升。这一现象与各地区所选择的经济发展战略密切相关：中部地区如河南、安徽、湖北等多为农业大省，第二、第三产业的发展起步较晚，2003 年起，为促进区域经济协调发展，国家开始实施“中部崛起”经济发展战略，而最快速有效的崛起之路为发展重化工业以及承接东部地区一些高耗能高污染的制造行业，但由于受资本与技术的限制，污染治理被“选择性忽略”，这一战略的实施在为中部地区带来高速 GDP 增长的同时也导致其环境污染综合指数迅速上升；东部地区由于早期经济快速发展过程中积累的资本与技术优势，随着经济结构、

产业结构的不断优化升级,节能环保技术的引进,工业污染排放量日趋减少,环境污染水平相对下降。

(三)Malmquist 指数测算结果分析。为研究各省份全要素生产率的动态变化及其原因,我们利用 DEAP2.1 软件对所选取的 29 个省份考虑环境污染前后的 Malmquist 指数、技术进步率指数与技术效率指数进行了测算,结果见表 2。

表 2 1995—2008 年平均 Malmquist 指数估算结果

时 期	Malmquist 指数	绿色 Malmquist 指数	技术效率 指数	绿色技术 效率指数	技术进步 指数	绿色技术 进步指数
1995—1996	1.035	0.893	1.235	1.056	0.838	0.846
1996—1997	1.221	0.972	1.022	1.079	1.195	0.901
1997—1998	1.056	0.935	1.003	1.028	1.053	0.909
1998—1999	0.894	0.838	1.005	0.995	0.890	0.842
1999—2000	0.963	0.974	0.986	1.003	0.977	0.971
2000—2001	0.940	1.005	1.004	0.971	0.936	1.035
2001—2002	0.868	1.015	0.937	0.987	0.926	1.028
2002—2003	1.197	0.965	1.002	0.976	1.194	0.988
2003—2004	0.896	1.067	1.005	0.984	0.892	1.084
2004—2005	0.794	1.078	1.022	0.995	0.777	1.083
2005—2006	0.994	0.923	1.076	0.995	0.924	0.927
2006—2007	1.127	0.990	0.920	1.010	1.224	0.980
2007—2008	1.176	1.021	0.960	1.102	1.326	1.036
平均	1.012	0.975	1.014	1.013	1.011	0.972

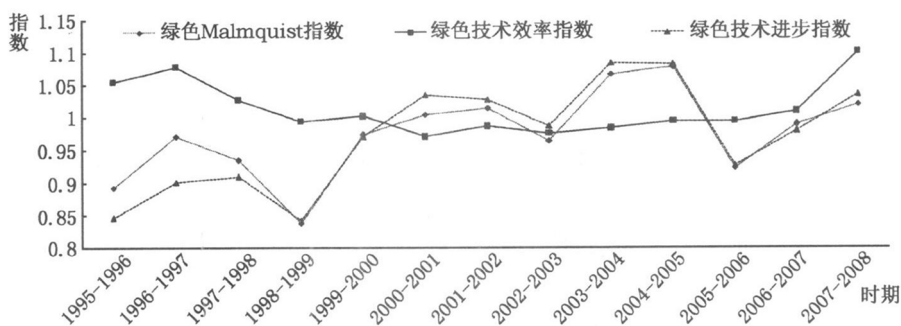


图 1 1995—2008 年平均绿色 Malmquist 指数变化趋势

由表 2 和图 1 可见:总体而言,我国全要素生产率增长速度呈下降趋势,且主要由技术进步率的下降所致,技术效率变化幅度不大。这与李善同等(2002)、郑京海和胡鞍钢(2005)的研究结论相似,即全要素生产率的变动由技术进步率的变化主导。具体而言,根据表 2,从全国平均 Malmquist 指数时间序列数据看,加入环境污染变量后,1995—2008 年全要素生产率(TFP)的平均增长率由-0.9%降至-3.1%,技术效率的平均增长率由 1.5%下降为 0.6%,技术进步率由-2.4%下调至-3.7%。这表明传统的全要素生产率测算高估了实际经济效率。参照图 1,加入环境污染变量后,1995 年以来的经济增长可以大致划分为三个时期:1995—1999 年为绿色 TFP 下降期,具体特征表现在绿色技术进步指数与绿色技术效率指数均呈下降趋势,绿色 TFP 增长率的下降主要源于技术进步指数的下降;2000—2005 年为绿色 TFP 低增长期,这一时期技术进步成为经

济增长的主要动力；2005—2008 年再次进入绿色 TFP 下降期，该时期绿色技术进步率的下降幅度远远高于绿色技术效率的上升幅度，导致绿色 TFP 的增长率急剧下降。实证研究表明，技术进步驱动着我国全要素生产率的变化。但正如张维迎（2003）所指出的，我国的高速增长是由于引进了国外先进技术，充分利用了后发优势，但目前能够利用的后发优势已经越来越少，本文的研究充分验证了这一点。21 世纪初，技术进步率的增长还在主导全要素生产率的增长，然而近两年来出现了技术进步率下降甚至技术退步的迹象，借鉴国外技术来发展经济的增长模式后劲不足。加入环境污染变量后，多数年份的生产率均呈下降趋势，这意味着我国环境污染造成了极大的效率损失，不考虑环境污染情况下做出的效率评价是显著失真的。为比较各省份全要素生产率的增长差异，表 3 给出了 1995—2008 年各省份平均 Malmquist 指数的估算结果。

表 3 1995—2008 年各省份平均 Malmquist 指数估算结果

地 区	Malmquist 指数	绿色 Malmquist 指数	技术效率 指数	绿色技术 效率指数	技术进步 指数	绿色技术 进步指数
北京	0.973	1.061	1.068	1.039	0.921	1.01
天津	1.102	1.036	1.081	1.016	0.961	1.024
河北	1.026	1.024	1.084	1.026	0.976	1
山西	1.018	1.013	1.066	1.039	0.958	0.976
内蒙古	1.026	1.006	1.071	1.041	0.952	1.011
辽宁	1.008	0.951	1.052	1.001	1.006	0.928
吉林	1.06	0.969	1.05	1.024	1.01	0.965
黑龙江	1.024	0.982	1.041	1.01	0.969	0.658
上海	1.011	0.998	1.025	0.996	0.981	1.006
江苏	1.002	1.035	1.028	1	0.934	1.021
浙江	1.015	0.968	0.997	0.951	0.933	1.005
安徽	0.908	0.931	1.004	0.987	0.919	0.942
福建	0.982	0.924	1	1.025	0.968	0.953
江西	0.989	0.96	1.011	1.016	0.978	0.951
山东	0.978	0.991	1.02	1.011	1.016	0.985
河南	0.998	0.982	1.011	1.02	1.003	0.946
湖北	1.006	0.951	1.002	1.003	1.012	0.938
湖南	0.992	0.937	1.013	1.041	0.959	0.901
广东	1.079	0.976	0.991	0.918	1.021	1.003
广西	0.963	0.943	0.986	0.999	0.957	0.934
海南	0.991	0.971	0.975	1.002	0.965	0.978
重庆	0.975	0.925	0.992	0.959	0.991	0.921
四川	0.912	0.96	0.981	1	0.926	0.951
贵州	0.905	0.928	0.968	1.002	0.928	0.928
云南	0.969	0.916	0.98	0.964	0.938	0.892
陕西	0.981	0.99	0.975	1.043	0.978	0.927
甘肃	0.935	1.013	0.983	1.029	0.995	0.966
青海	1.015	0.917	1.001	0.985	1.026	0.923
宁夏	1.069	0.958	0.985	1.005	1.024	0.946
东部地区	1.015	0.994	1.029	0.998	0.971	0.992
中部地区	0.999	0.965	1.025	1.018	0.976	0.909
西部地区	0.975	0.954	0.992	1.003	0.972	0.939
平均	0.997	0.972	1.015	1.005	0.973	0.951

由表 3 可见，在区域层面上，不考虑污染因素时，只有东部地区表现出全

要素生产率的增长,中、西部地区均出现了下降。1995—2008 年全要素生产率增长最快的省份为东部的辽宁省,增长最慢的为西部的贵州省,全要素生产率增长率和技术效率指数由高到低依次为东部、中部和西部,而这一阶段技术进步率由高到低依次为西部、中部和东部,这表明东部地区的高生产率源于较高的技术利用效率。考虑环境污染因素后,东部地区北京市的绿色 TFP 增长速度位居第一,而西部地区云南省的绿色 TFP 增长速度最低,各地区 TFP 增长率显著下调,但绿色技术进步率的排序变为东部、中部和西部,这表明东部的高生产率源于绿色技术前沿面的外移。对比加入环境污染变量前后结果的变化可以推断,东部地区 1995—2008 年使用的主要为环境友好型生产技术,但技术的使用效率不高;而中西部地区以承接东部地区在产业结构优化升级过程中所转移的落后工艺与污染性行业为主,生产技术的改善主要通过模仿或改造,同时由于地处我国内陆,对外开放程度较低,在吸收引进先进技术方面处于劣势地位,这必然促使中西部地区充分利用现有技术,技术效率指数显著高于东部地区。辽宁、吉林、黑龙江、河南、湖北、青海和宁夏等省份在加入环境污染变量后,全要素生产率增长率急剧下降,表明这些省份经济发展的环境代价过大,且很大程度上可归咎于这些省份主要以重化工业等高污染型产业为经济主导产业;北京、天津、内蒙古、上海、江苏和浙江等省份在考虑环境污染因素后,全要素生产率增长幅度上升,而这些省份恰恰在环境保护方面表现较为突出。

四、绿色 Malmquist 指数的收敛性分析

(一)检验方法: σ 收敛、绝对 β 收敛和条件 β 收敛。 σ 收敛方法通过分析区域间某一变量标准差的分布情况从而进行收敛性判断。标准差随时间衰减,意味着区域间该变量的差异越来越小,区域间存在 σ 收敛。绝对 β 收敛假定各地区具有相同的经济基础条件,区域间某一变量会最终达到完全相同的稳态增长速度与增长水平;条件 β 收敛认为在考虑各地区不同的经济基础条件后,各地区沿着各自的稳态增长路径发展,最终达到稳定的增长速度与增长水平,但贫穷与富裕地区间的绝对收入差距可能永久存在。

(二) σ 收敛与绝对 β 收敛检验。本文使用这两种收敛分析方法来检验我国的绿色 TFP 增长差距长期内是否会完全消失。

图 2 为绿色 Malmquist 指数对数标准差的时间演化趋势,我们以此描述全国和东、中、西三大地区 Malmquist 指数的 σ 收敛情况。就全国而言,在样本期内绿色 $\ln M$ (绿色 Malmquist 指数对数)的标准差呈“大 U 形”,总体上绿色 TFP 的增长不存在 σ 收敛。分区域看,东部地区绿色 $\ln M$ 的标准差变化相对平稳,内部差距呈缓慢收敛趋势;中部地区以 1998 年为分水岭,之前绿色 $\ln M$ 的标准差下降,内部差距缩小,1999 年之后绿色 $\ln M$ 的标准差缓慢上升,内部差距扩

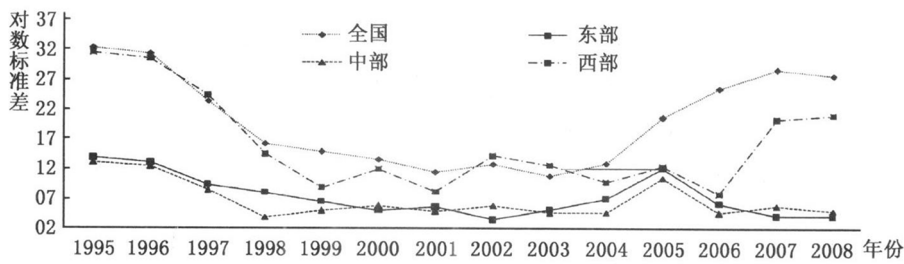


图 2 绿色 Malmquist 指数对数标准差的演化趋势

大;西部地区收敛与发散的分水岭则出现在 1999 年,1995—1999 年绿色 Malmquist 指数呈收敛趋势,2000 年之后出现发散态势。我们从图 2 还可以发现一个较明显的现象,西部地区绿色 $\ln M$ 的标准差显著高于东部和中部地区,这说明西部地区内部绿色 TFP 的增长差距比东中部地区内部的差距大。

对绿色 Malmquist 指数进行绝对 β 收敛检验的面板数据模型为:

$$\Delta M_{it} = \alpha + \beta \ln M_{i0} + \epsilon_{it} \tag{13}$$

其中, ΔM_{it} 为地区 i 从 0 期到 t 期绿色全要素生产率平均增长率(即平均绿色 Malmquist 指数增长率), M_{i0} 为地区 i 期初绿色 Malmquist 指数。 β 值显著为负,表明各地区绿色 TFP 的增长差异长期内逐渐消失。本文运用 29 个省份的绿色 Malmquist 指数面板数据,根据 Hausman 检验结果采用固定效应模型进行收敛性检验,估计结果如表 4 所示。

表 4 绿色 Malmquist 指数绝对 β 收敛检验

地区 变量	全国	东部地区	中部地区	西部地区
常数项	0.352 (3.198)	0.203 (1.82)	0.211 (2.34)	0.413 (3.209)
$\ln M_{i0}$	0.586*** (12.077)	-0.796*** (6.505)	0.628*** (7.105)	0.578*** (5.011)
Adj-R ²	0.319	0.259	0.557	0.318
DW 统计值	1.859	3.107	1.042	2.019
F 统计值	120.105	52.19	56.27	19.65

注:(1)括号内为 t 统计值。(2)*、** 和 *** 分别表示 10%、5% 和 1% 的显著性水平(下表同)。

由表 4 可见,以全国所有省份进行收敛检验, $\ln M_{i0}$ 的回归系数 β 为正值,且在统计上显著,这表明全国范围内绿色 Malmquist 指数显著发散,全国总体不存在绝对收敛趋势,绿色 TFP 的增长差距逐渐拉大。分区域看,中西部地区 β 值均显著为正,表明中西部地区的内部差距有扩大的趋势;东部地区的绿色 Malmquist 指数在 1% 的显著性水平上收敛。绝对 β 收敛检验的结论与 σ 收敛检验的结论相互验证,我们可以认为东部地区呈现“俱乐部收敛”特征,东部地区内部绿色 TFP 的增长差距正逐步缩小;中西部地区内部绿色 TFP

的增长差距较大且日益扩大。

(三)条件 β 收敛检验(动态面板数据一阶差分 GMM 估计)。本文借鉴 Mankiw 等(1992)的修正索洛增长模型,在绿色 Malmquist 指数绝对 β 收敛模型中加入控制变量得到条件 β 收敛模型为:

$$\Delta M_{it} = c + \beta \ln M_{it-1} + \gamma \ln s_{it} + \delta \ln(n + g + d) + \eta \ln E_{it} + \epsilon_{it} \tag{14}$$

其中,假定各地区投资由储蓄转化而来,储蓄率越高,投资率越高,投资率 s_{it} 为各地区的“(资本形成+净出口)/GDP”; n_{it} 是各地区从业人员增长率, $g + d$ (外生技术进步率+折旧率)按照一般做法设定为 0.05; E_{it} 为地区 i 的环境保护力度,用各地区每年的污染治理投资额占 GDP 比重表示。为避免遗漏解释变量和内生性问题,在 GMM 估计时使用(16)式右边解释变量的二阶及以上滞后项作为工具变量,即 $\ln M_{i(t-2)}$ 、 $\ln s_{i(t-2)}$ 、 $\ln(n + g + d)_{i(t-2)}$ 、 $\ln E_{i(t-2)}$ 和所有更高阶的滞后项。

表 5 绿色 Malmquist 指数条件 β 收敛检验

变量 \ 地区	全国	东部地区	中部地区	西部地区
常数项	0.792 (10.25)	0.958 (8.056)	1.021 (6.38)	0.599 (5.04)
$\ln M_{it-1}$	-0.916*** (-12.09)	-1.002*** (-10.29)	-0.762*** (-6.259)	-0.916*** (-8.17)
$\ln s_{it}$	0.103** (2.15)	0.105** (2.06)	0.101* (1.963)	0.056 (1.391)
$\ln(n + g + d)_{it}$	-0.0004 (-0.007)	0.01 (0.51)	0.002 (0.81)	-0.058* (-1.99)
$\ln E_{it}$	0.0029* (1.87)	-0.015 (-0.101)	0.031** (2.77)	0.021** (2.01)

表 5 为利用动态面板数据一阶差分 GMM 方法对绿色 Malmquist 指数进行条件 β 收敛检验的估计结果。在样本期内,全国总体和东、中、西部三大地区都呈现明显的条件收敛趋势, β 值在 1% 的显著性水平上显著为负。投资率、从业人员增长率 and 环境保护力度的差异是影响地区绿色 TFP 增长差距的重要原因,在控制这些变量后,我国绿色 TFP 的增长随时间趋于收敛。具体而言,投资率的提高和环保力度的加大,有助于全国范围内绿色 TFP 增长的收敛;东部地区由于具备资本、环保技术方面的比较优势,走资本密集型发展道路,提高投资率,能够有效促进东部地区的经济收敛;中部地区要缩小各省份间的增长差距,可以继续加大资本投入,同时提高环保支出,走环境友好型可持续增长道路;西部地区,高素质劳动力数量与环境保护支出的增加可以显著缩小省份间绿色 TFP 增长差距,进而在长期内实现区域经济平衡发展目标。

五、结论与政策含义

本文利用熵值法将六种环境污染指标拟合为各地区环境污染综合指数,将其倒数作为经济的非理想产出指标纳入全要素生产率评价模型,以我国

1995—2008年29个省份为样本,分析了绿色 Malmquist 指数,并在此基础上探讨了地区经济的长期收敛趋势。本文主要结论有:

(1)样本期内,我国环境污染综合指数整体上呈上升趋势,以资源和环境换增长的粗放型增长方式为我国带来高速增长的同时也令我国付出了巨大的环境代价。(2)考虑环境污染因素测算的绿色 Malmquist 指数显著低于传统生产率测算得到的结果,环境污染成本的存在导致综合经济效率明显下降,本文绿色 Malmquist 指数的测算更符合经济可持续发展的实际。(3)从区域层面看,绿色全要素生产率的增长率由东部、中部、西部依次递减;东部地区绿色技术进步指数迅速上升是其绿色全要素生产率提高的主要原因;中西部地区则表现出较高的绿色技术效率水平。(4)全国和中西部地区的绿色 Malmquist 指数都不存在绝对收敛,只存在条件收敛。分区域看,东部地区存在较明显的“俱乐部收敛”,中部地区整体呈发散趋势,西部地区内部差距较大且呈日益扩大趋势。在控制投资率、从业人员增长率和环境保护力度等影响各地区经济基础条件的变量后,我国总体及东中西三大地区存在明显的条件收敛趋势。

本文的政策意义在于:首先,“高增长、高污染”的赶超型经济增长方式造成巨大的资源浪费与环境污染,并已成为经济可持续发展的“瓶颈”。因此,必须协调好环境保护与经济发展的关系,按照循环经济和生态工业模式,积极引导各地区走科技含量高、环境污染少、经济效益好、资源消耗低的新型工业化道路。其次,随着国外知识产权保护力度的加大和我国技术水平的提高,未来借鉴国外先进技术发展经济的后劲不足,通过自主创新提高技术水平,提高资源配置效率与要素利用效率,是我国经济保持长期持续稳定发展的必然选择。最后,全要素生产率的差异是我国区域经济发展失衡的主要原因,为缩小地区差异,实现各地区协调发展,应在保持东部地区目前较快发展速度的前提下,在发展循环经济思想指导下,因地制宜地做出相关经济政策调整,促进中西部地区经济的快速增长,最终实现环境友好的区域经济平衡发展目标。

注释:

①东部地区包括:北京、天津、河北、辽宁、上海、江苏、浙江、福建、山东、广东和海南,中部地区包括:山西、吉林、黑龙江、安徽、江西、河南、湖北和湖南,西部地区包括:四川、贵州、云南、陕西、甘肃、重庆、宁夏、青海、内蒙古和广西。

主要参考文献:

- [1] 颜鹏飞,王兵.技术效率、技术进步与生产率增长:基于 DEA 的实证分析[J].经济研究,2004,(12):55—65.
- [2] 郑京海,胡鞍钢.中国改革时期省际生产率增长变化的实证分析(1979—2001年)[J].经济学(季刊),2005,(2):263—296.
- [3] 傅晓霞,吴利学.技术效率、资本深化与地区差异——基于随机前沿模型的中国地区收敛分析[J].经济研究,2006,(10):52—61.
- [4] 王志刚,龚六堂,陈玉宇.地区间生产效率与全要素生产率增长率分解(1978—2003)

- [J].中国社会科学,2006,(2):55—66.
- [5]林毅夫,刘培林.经济发展战略对劳均资本积累和技术进步的影响——基于中国经验的实证分析[J].中国社会科学,2003,(4):18—32.
- [6]沈坤荣,马俊.中国经济增长的“俱乐部收敛”特征及其成因研究[J].经济研究,2002,(1):33—39.
- [7]Chen J,Fleisher B M.Regional income inequality and economic growth in China[J].Journal of Comparative Economics,1996,22(2):141—164.
- [8]Coelli T J.A guide to DEAP version 2.1:A data envelopment analysis program[R].CE-PA Working Paper,96/08 1996.
- [9]Menkiw G,Romer D,Weil D.A contribution to the empirics of economic growth[J].Quarterly Journal of Economics,1992,107(2):407—437.

Analysis of Growth Differences and Convergence of Regional Green TFP in China

HU Xiao-zhen, YANG Long

(College of Finance & Economics, Chongqing Jiaotong
University, Chongqing 400074, China)

Abstract: By entropy method, this paper constructs a comprehensive environment pollution index taken as non-ideal economic output and incorporates this index into non-parametric DEA-Malmquist model. Then it measures the green Malmquist productivity indexes of 29 provinces in China from 1995 to 2008, and analyzes the impacts of green Malmquist index, technological efficiency, the rate of technological progress on the disparity of regional economic growth and its trend over time. The results show as follows: firstly, during the sample period, the environmental pollution in China is worsening; secondly, the growth rate of TFP significantly decreases with the consideration of environmental pollution, and the difference of technological progress is the main reason for the disparity of regional economic growth; thirdly, on the whole, there is not absolute convergence of green Malmquist index, and only the green Malmquist index in eastern region is featured by typical club convergence; fourthly, after the control of investment rate, the growth rate of employees and environmental governance, there is conditional convergence in all regions.

Key words: entropy method; DEA; green Malmquist index; convergence
(责任编辑 许 柏)