

基于超效率 DEA 和 Malmquist 指数的 湖南省农业全要素生产效率分析

刘文君,陈远文^①,邹树梁^②

(南华大学核能经济与管理研究中心,湖南 衡阳 421001)

[摘要] 在湖南2007-2012年地市级面板数据的基础上,运用基于超效率DEA全要素生产效率测度模型,测算湖南省各地市(州)的农业全要素生产效率,然后利用Malmquist生产率指数法对农业生产效率进行动态对比研究。实证结果表明:2007-2012年间,湖南农业生产效率呈上升趋势,但各地市(州)之间差异较大,衡阳市农业全要素生产效率最高;Malmquist指数分析结果表明该期间农业全要素生产效率年均增长率为5.4%,通过Malmquist指数的进一步分解发现技术进步是推动湖南农业全要素生产效率增长的主要动力,但不同地区的增长动力具有差异性。

[关键词] 湖南省; 农业全要素生产效率; 超效率DEA; Malmquist指数

[中图分类号] F304.7 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1673-0755(2015)05-0052-06

湖南作为中部地区农业大省,农业总产值在全国32个省级行政区排名第6,2012年全省农林牧渔业总产值为4904.1亿元,占湖南省地区生产总值的13.56%(湖南省统计年鉴2013)。农业对于湖南省经济的重要性不言而喻,农业的健康发展是湖南省实现经济快速发展,建设两型社会的坚实基础。农业的快速发展,必须走现代化农业发展道路,《全国农业和农村经济发展第十二个五年规划》指出,必须转变农业发展方式,坚持把加快推进农业现代化作为主攻方向。传统的农业增长主要依靠投入要素的不断增长,而这种农业生产方式已不符合科学发展的需要,未来的农业增长将主要来源于效率的提升,技术的进步,劳动者素质的提高等生产率内在动力驱动,才能实现农业的可持续发展。因此,在当前湖南省转变农村经济发展方式、两型社会建设的关键时期,对湖南省农业全要素生产效率进行科学把握,并探究农业全要素生产效率的变动原因,对于湖南省整体农业经济的发展有着十分重要的现实意义。

目前,研究农业全要素生产率的方法主要有基于参数估计的SFA和非参数估计的数据包络分析法(DEA),DEA模型作为研究效率的工具,正如Se-

iford和Thrall^[1]所说,不需要提前假设投入变量和产出变量的固定函数关系是DEA模型的最大优点。因此,DEA模型已广泛应用于生产效率的研究并取得丰硕的成果。宋增基等^[2]运用DEA模型对2005年全国31个省份农业生产效率进行研究。在此基础上,又有大量学者^[3]采用基于DEA的Malmquist指数法动态研究生产效率的变动,并对生产效率进行分解分析。如赵伟等^[4]依据全要素生产率变动的分解模型(Malmquist指数法)以1980-2003年省级面板数据为基础,对全要素生产率变动、技术效率变动以及技术变动进行实证分析。

而对于农业全要素生产率的研究,大量的学者运用省级数据实证分析中国各省(市)之间的农业全要素生产率及其区域间的差异^[5-7],但由于中国幅员辽阔,各区域农业生产资源禀赋、经济综合实力存在差异,因此有必要研究省(市)内的农业生产效率问题。有学者已对部分省(市)的农业生产效率进行了研究,如王亚坤、王慧军等^[8]采用超效率DEA和Malmquist指数法分别从静态和动态两个角度,对河北地区农业生产效率进行了分析。刘新生和沙利臣^[9]、李天芳^[10]、郝明玉和陈俊国^[11]、金怀玉和营利荣等^[12]分别针对山东、江苏、河南和安徽

[收稿日期] 2015-06-22

[基金项目] 国家社会科学基金青年项目“我国核电产业技术效率测度研究”(编号:12CJY013);湖南省自然科学基金青年项目“碳排放约束下的湖南能源效率测度理论与实证研究”资助(编号:14CJJ3098)

[作者简介] 刘文君(1978-),男,陕西山阳人,南华大学核能经济与管理研究中心副教授,博士。

①南华大学核能经济与管理研究中心硕士研究生。②南华大学核能经济与管理研究中心教授,博士生导师。

的农业技术效率进行了分析。然而,针对湖南地区农业生产效率的研究文献还鲜有发现,虽然李立清^[13]对湖南地区总体时间纵向上农业全要素生产率变动情况进行了分析,但并未对湖南省各地区农业生产效率进行横向研究,考虑到湖南省地区间农业生产条件具有差异性,从静态和动态两个角度对其进行具体细致的研究是十分必要的。因此,本文综合运用超效率DEA模型和Malmquist生产率指数法,使用湖南各地市(州)2007—2012年面板数据,从静态角度对湖南省各地区全要素农业生产效率进行测度,并对农业全要素生产效率进行动态分解对比研究。

一 研究方法 with 数据说明

(一) 研究方法

1、超效率DEA模型

Charnes等^[14]最早建立了基于DEA的效率测度模型,DEA模型属于非参数计量方法,通过计算生产单元的实际产出与生产前沿的距离来衡量该生产单元的效率水平。但传统DEA模型的缺陷在于当有多个有效决策单元时,无法对其进行进一步的评价,因而Andersen^[15]等学者对传统DEA模型进行改进,提出了超效率DEA模型,使DEA基本模型的有效单元排序问题得以解决。根据不同的视角,超效率DEA模型分为投入导向和产出导向两类,本文采用基于投入导向的超效率DEA模型。其表达式如下:

$$\begin{aligned} \min & [\theta - \varepsilon (\sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+)] \\ \text{s. t.} & \sum_{j=1, j \neq j_0}^n X_{ij} \lambda_j + s_i^- = \theta X_{i0} \quad \sum_{j=1, j \neq j_0}^n Y_j \lambda_j - s_r^+ = Y_{r0} \\ & \lambda_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, n, s_r^+ \geq 0, s_i^- \geq 0 \end{aligned} \quad (1)$$

式中, ε 为非阿基米德无穷小, s_r^+ 、 s_i^- 分别为产出亏空和投入剩余的松弛变量, θ 为被评价决策单元的有效值, X 为投入指标, Y 为产出指标。

超效率DEA模型的评价方法不同之处为:将被评价的决策单元排除在生产可能集之外,对于有效决策单元评价时,按最大比例增加投入,使得该决策单元仍可在该生产可能集内保持有效,将投入可能增加的最大比例记为超效率评价值,因而,有效决策单元的相对效率值可能大于1^[16]。

2、DEA-Malmquist指数模型

Malmquist指数最初由StenMalmquist提出,但最初并未用于全要素生产率分析之中,只是停留在

理论阶段,直到Caves^[17]等和Charnes^[14]通过距离函数之比构造Malmquist生产率指数,并将其运用于生产分析中,Malmquist生产率指数逐渐成为研究动态效率变动的工具。Malmquist生产率指数可分解为技术效率变化指数、技术进步指数,当规模报酬可变的情况下,技术效率变化指数(EC)又可进一步分解为纯技术效率和规模效率。

Malmquist的定义如下:

$$M_i^{t,t+1} = EC_i^{t,t+1} TC_i^{t,t+1}, i = 1, 2, \dots, n; t = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

式中:

$$EC_i^{t,t+1} = \frac{D_i^{t+1}(x_i^{t+1} + y_i^{t+1})}{D_i^t(x_i^t + y_i^t)}$$

$$TC_i^{t,t+1} = \sqrt{\left[\frac{D_i^t(x_i^{t+1}, y_i^{t+1})}{D_i^{t+1}(x_i^{t+1}, y_i^{t+1})} \times \frac{D_i^t(x_i^t, y_i^t)}{D_i^{t+1}(x_i^t, y_i^t)} \right]}$$

其中 x_i^t, y_i^t 分别表示第 i 个地区 t 时期的投入与产出向量, $D_i^t(x_i^t + y_i^t)$ 和 $D_i^{t+1}(x_i^{t+1} + y_i^{t+1})$ 分别表示相对于 t 时期技术参照的距离函数。

Malmquist生产指数即 $M_i^{t,t+1}$,表示某一决策单元从 t 时期到 $t+1$ 时期生产率的变化程度, $M_i^{t,t+1} \geq 1$ 表示这一时期内全要素生产率提高了,反之,说明下降。 $EC_i^{t,t+1}$ 表示决策单元 i 在 t 到 $t+1$ 时期内技术效率变化指数,描述的是这一时期内决策单元相对于最佳生产前沿的改善程度,描绘了这一时期技术效率的变化对全要素生产率的贡献程度。 $TC_i^{t,t+1}$ 表示决策单元技术前沿的移动情况,即生产前沿面的移动对全要素生产效率的贡献。

3、变量与数据说明

在数据采集上,考虑到数据的完整性和一致性,本文选取湖南省14个地级市(自治州)2007-2012年市级面板数据作为样本。选取农林牧渔业总产值(单位:亿元)作为农业生产的产出指标,农林牧渔业劳动力(单位:万人)、农作物播种面积(单位:万公顷)、农业机械总动力(单位:万千瓦)、农用化肥施用量(按折纯法计算,单位:万吨)和农村用电量(单位:万度)6个指标作为投入指标,使用上述农业全要素生产效率测度模型进行实证分析。本研究投入产出指标数据均来源于相关各年的《湖南省统计年鉴》,其中总产值指标根据2007年可比价格进行了换算,以消除通货膨胀因素对实际产出的影响。

二 实证结果

(一) 超效率DEA分析结果

本文首先采用基于投入导向的DEA模型,运用DEAP2.1软件使用湖南2007-2012市级面板数据对

湖南省各地市(州)农业全要素生产率进行了测算,从静态上对湖南省农业全要素生产效率进行分析,结果发现效率值为 1 的地区数较多,即决策单元位于前沿面上,为了对这些位于前沿面上的决策单元

效率水平进行进一步有效分析,本文再使用 DEA-Solver Pro5.0 软件采用基于投入导向的超效率 DEA 模型对其进行重新测算,结果见表 1。

表 1 2007—2012 年湖南省 14 市州农业全要素生产超效率值

地区	2007	2008	2009	2010	2011	2012	平均值	排名
长沙市	0.6863	0.7895	0.7858	0.8595	1.0125	1.1232	0.8761	5
株洲市	0.7562	0.8604	0.8213	0.8318	0.8548	0.9240	0.8414	7
湘潭市	0.8557	0.9593	0.8776	0.9166	0.9373	0.9828	0.9216	3
衡阳市	0.9295	1.2505	0.9106	0.9260	0.9660	1.0746	1.0095	1
邵阳市	0.6300	0.6968	0.6095	0.6402	0.7564	0.7976	0.6884	12
岳阳市	0.8070	0.8496	0.8203	0.8845	1.0098	1.0189	0.8983	4
常德市	0.8292	0.8850	0.9305	0.9696	0.9812	1.0284	0.9373	2
张家界	0.5706	0.5567	0.4299	0.4784	0.5743	0.6180	0.5380	14
益阳市	0.5876	0.7314	0.6568	0.7052	0.8221	0.8660	0.7282	10
郴州市	0.5996	0.7265	0.6205	0.7153	0.8217	0.8495	0.7222	11
永州市	0.7727	0.8229	0.7964	0.8198	0.9615	1.0471	0.8701	6
怀化市	0.6940	0.8291	0.6196	0.6761	0.8562	0.9702	0.7742	9
娄底市	0.6835	0.7967	0.7042	0.7317	0.9428	1.0774	0.8227	8
湘西州	0.5083	0.5464	0.5451	0.5728	0.6213	0.6577	0.5753	13
平均值	0.7079	0.8072	0.7234	0.7663	0.8656	0.9311	0.8002	

从纵向来看,除 2008 年以外,2007 年以来湖南省农业全要素生产效率逐步提升,2012 年全省农业全要素生产超效率平均值达到 0.9311,从整体上已经非常接近生产前沿面。横向比较可以发现,在湖南 14 个市(州)中,衡阳市农业全要素生产超效率值最高,平均值为 1.0095,说明即使等比例分别增加 0.95% 的投入,其所在决策单元集合中仍能保持相对有效。紧随其后的常德市、湘潭市超效率值也相对较高,分别居全省第二、第三,且部分年份的超效率值大于 1,比较接近生产前沿,但总体上仍存在一定的投入冗余。相比之下,张家界与湘西自治州的农业全要素生产率均低于 0.6,居全省后两位,其中张家界市农业生产效率最低,仅为 0.5380,大约为排名第一的衡阳市的二分之一,说明张家界市和湘西自治州的农业全要素生产效率较低,具有较大的提升空间。这与各地区的经济综合实力、地理位置、资源禀赋都有一定的关联,长沙、湘潭、岳阳位于洞庭湖平原,农业生产先天条件具有优势,且经济发展水平较高,因而农业全要素生产率水平较高,相比之下,张家界、湘西州等西部地区山区较多,不便于农业生产的规模化,且经济欠发达,因而农业全要素生产率明显较低。其中邵阳市、张家界市、益阳市、郴州市、怀化市、湘西州地区的农业全要素生产效率

值低于全省平均水平,这些地区农业先天条件不足,传统农业比重很大,此外,这些地区大多经济综合实力发展不强。因而,经济条件制约是这些地区农业生产率低下的主要因素。舒尔茨^[18]在《改造传统农业》中指出:传统农业并非无效,只是在一定的技术、知识、制度限制下,其效率只能处于低均衡的有效。因而,缩小湖南省地区之间的发展差异,扩大对落后地区的教育、技术支持有利于这些地区的农业生产效率的提高,从而促进湖南省农业全要素生产效率总体的提升。

(二) Malmquist 指数分析结果

超效率 DEA 模型测算的只是农业全要素生产率同一时间生产前沿面上的相对技术效率,是一种静态的横向比较,不能反映生产率动态的变化趋势,因而本文还利用湖南 2007—2012 市级面板数据,采用 DEA-Malmquist 指数模型,运用 DEAP2.1 软件计算了该期间各地区全要素生产率变化指数,研究了湖南各市(州)在样本研究期间动态效率变化情况,并将全要素生产率分解为技术效率指数(EC)和技术进步指数(TC),其中技术效率变化指数又可以进一步分解为纯技术效率变化指数(TECH)和规模效率变化指数(SECH),通过指数分解动态探究湖南省各市(州)农业全要素生产效率的变动原因。

1、湖南省农业全要素生产率及其构成的变动
运用湖南省14市州各年份Malmquist指数的几

何平均来反映湖南省整体农业全要素生产率的变化
情况(见表2)。

表2 湖南省2007—2012年Malmquist指数及其分解

年份	技术效率变动(EC)	技术进步变动(TC)	纯技术效率变动(TECH)	规模效率变动(SECH)	Malmquist指数(M)
2007—2008	0.995	1.151	1.015	0.981	1.145
2008—2009	1.042	0.871	1.005	1.037	0.907
2009—2010	1.017	1.036	1.005	1.013	1.054
2010—2011	1.022	1.108	1.012	1.010	1.132
2011—2012	1.010	1.040	1.005	1.004	1.050
总体平均	1.017	1.037	1.008	1.009	1.054

从整体上看,2007—2012年期间湖南省农业全要素生产率年平均增长率为5.4%,说明这期间湖南省总体农业生产效率是有效的。从总体平均增长率的指数分解来看,期间湖南省农业全要素生产率增长主要来源于技术进步,对全要素生产率的贡献率为3.7%,技术进步主要表示的是农业技术改造的进步以及农业生产创新水平的提高,而技术效率反映的是农业生产管理水平的提升与否。可见,该期间技术效率的提高对湖南省农业生产效率有一定的改善作用,其中纯技术效率平均年增长率为0.8%,规模效率平均年增长率为0.9%。

从湖南省各地区农业全要素生产率增长阶段来看,湖南省农业全要素生产效率具有明显的波动性,但总体表现出增长趋势,期间只有2008—2009年全要素生产率出现负增长,增长率为-9.3%,而出现负增长的原因主要在于技术进步指数的下降,下降比例为12.9%,而同期技术效率指数却出现大幅增长,这在一定程度上与全国的经济形势是一致的。2008年遭遇全球经济危机、农民工返乡潮、农村劳

动力投入的增加,阻碍了农业生产现代化工具及方法的应用,从而影响农村生产技术的进步。

由此可见,要促进湖南省农业全要素生产率的提高,必须从技术进步着手,加大对农业生产技术的改造力度以及增加对农业生产科技创新的投入,同时注重技术效率的进步,提高农业生产管理水平,从而实现农业生产的现代化。

2、湖南省各市(州)农业全要素生产率及其构成的变动

表3列出了2007—2012年湖南省14市(州)年平均Malmquist全要素生产率指数变动情况及其分解结果。表3从各地区全要素生产率变动趋势来看,2007—2012年除张家界外,其它地区全要素增长率均有一定程度的增长。其中平均增长速度最快的是长沙市,其全要素生产率年平均增长率为10.5%,比增长速度最慢的张家界市高出12.4%。根据前文各地区农业全要素超效率值比较发现,可以进一步说明湖南省农业全要素生产效率地区间差异较大,而且有扩大趋势。

表3 2007—2012年湖南省14市(州)年平均Malmquist指数值及其分解

地区	技术效率变动(EC)	技术进步变动(TC)	纯技术效率变动(TECH)	规模效率变动(SECH)	Malmquist指数(M)	排名
长沙市	1.000	1.105	1.000	1.000	1.105	1
株洲市	0.989	1.054	0.999	0.991	1.042	10
湘潭市	0.997	1.036	1.000	0.997	1.033	12
衡阳市	1.000	1.009	1.000	1.000	1.009	13
邵阳市	1.042	1.013	1.034	1.007	1.056	7
岳阳市	1.000	1.052	1.000	1.000	1.052	8
常德市	1.000	1.051	1.000	1.000	1.051	9
张家界市	1.021	0.96	1.000	1.021	0.981	14
益阳市	1.033	1.045	1.032	1.001	1.079	4
郴州市	1.029	1.046	1.036	0.993	1.077	5
永州市	1.010	1.029	1.008	1.002	1.039	11
怀化市	1.014	1.067	1.000	1.014	1.082	3
娄底市	1.006	1.095	1.000	1.006	1.102	2
湘西州	1.102	0.959	1.008	1.093	1.057	6
平均值	1.017	1.037	1.008	1.009	1.054	

而从各地区 Malmquist 全要素生产率指数的分解情况来看,全省大部分地区全要素生产率的增长主要也同样来源于技术进步,只有少部分地区如湘西州、邵阳市主要来源于技术效率的改进,这与前面全省全要素生产率指数分解情况是一致的。而对分解结果进一步分析发现,经济发达地区如株洲市、湘潭市的技术效率年均出现负增长,长沙市、衡阳市、岳阳市、常德市技术效率年均增长率为 0,而经济欠发达地区如湘西州,邵阳市的技术效率增长速度明显,而对其进一步分解发现,主要原因在于各地区的规模效率增长的差异,株洲市、湘潭市的规模效率年均增长率分别为 -0.09% 、 -0.03% ,而湘西州规模效率年均增长率为技术效率增长贡献 9.3% ,邵阳市的纯技术效率年均增长率为其技术效率增长贡献 3.4% 。这说明各地区间由于资源禀赋、经济发展水平的差异,导致农业全要素生产率增长的方式具有一定的差异,因此在制定相关农业政策时应结合地方实际情况,而不可一概而论。

三 结论与启示

综合以上研究可以得出以下结论:

(一)湖南省农业全要素生产效率逐步提升,但地区间农业生产效率差异明显,2007—2012 年全省农业全要素生产效率逐步提升,全要素生产效率累计提高了 22.32% ,但仍然具有一定的提升空间。从各地区情况来看,地区间全要素生产率差异显著,长株潭地区与中部地区农业生产优势明显。

(二)从农业全要素生产率的指数分解的动态分析来看,技术进步是促进湖南省农业全要素增长的主要因素,同时各地区间的增长速度与增长原因也存在一定的差异。

为了提高湖南省农业全要素生产效率,我们根据分析结果得到以下启示:

因地制宜地制定农业发展政策。由于各地区间资源禀赋、经济综合实力存在先天差异,各地区间不仅农业生产效率存在差异,而且生产效率增长原因也具有多样性,这就要求我们在制定农业政策时,应结合各地实际,而不可一概而论。例如,农业生产效率较高的长株潭地区农业生产效率增长的主要动因为技术进步,农业生产效率较低的地区增长来源于技术进步和技术效率的共同作用,对其进一步分解发现,这些地区技术效率的提升主要又来源于规模效率的提升。因此,政府在制定农业政策时应该考虑地方特色,对于农业生产效率较高的地区要注重发挥其农业生产的技术进步优势,而对于湘西州、张

家界等农业生产效率较低的地区可制定一系列政策,鼓励培育农业公司、种植大户、专业合作组织等新型农业经营模式,实现规模化、标准化生产,充分发挥他们的规模效率优势。

此外,由于地区间发展差异大,要充分发挥发达地区的技术辐射效应,制定一系列缩小地区差异的宏观经济政策,以促进湖南省整体农业全要素生产效率的提高。这就要求政府应该加强对落后地区的农业基础设施的支持,而由于农业基础设施的公共性特征,农业基础设施的建设必须由政府主导,同时采取一定措施鼓励民间资本参与经营性农业基础设施建设。此外,加强各地区间农业生产经验的交流与合作,充分吸收和利用农业生产发达地区的先进经验与技术,引导资本、技术等生产要素向欠发达地区流动,缩短农业技术传导至不发达地区的时间,对提高各地区的农业生产效率也是十分必要的。

提升湖南省农业全要素生产效率,注重提高技术进步的同时,必须同时加强对技术效率的提高,特别是农业生产的规模效率。因而,必须通过大力加强农业科研投入和技术推广,紧紧围绕《湖南“十二五”农业发展规划》确定的农业科技重点创新领域,不断提升农业科技创新与应用能力,同时进一步增强农业物质装备水平。此外,必须大力提高劳动力素质来提高农业生产技术效率。张宁等^[19]在通过实证分析证实农村劳动力的素质提高对农业技术效率的增长更具有显著作用,特别是湖南省西部一些地区农村劳动力文化程度普遍较低,严重抑制这些地区农业生产效率的提高。为尽快提高劳动力生产素质,应加大对基础教育的投入,同时针对湖南省各地区劳动者素质参差不齐等特点,根据实际情况,大力发展农村职业教育和农民培训,授课培训内容要联系生产实际。

[参考文献]

- [1] Seiford L M, R M Thrall. Recent developments in DEA: The mathematical programming approach to frontier analysis[J]. Journal of Econometrics, 1990, 46(1-2): 7-38.
- [2] 宋增基,徐叶琴,张宗益.基于 DEA 模型的中国农业效率评价[J].重庆大学学报:社会科学版,2008(3): 24-29.
- [3] 徐琼.技术效率与前沿面理论评述[J].财经论丛(浙江财经学院学报),2005(2):29-34.
- [4] 赵伟,马瑞永,何元庆.全要素生产率变动的分解——基于 Malmquist 生产力指数的实证分析[J].统计研究,2005,(7):37-42.
- [5] 王珏,宋文飞,韩先锋.中国地区农业全要素生产率及

- 其影响因素的空间计量分析——基于1992~2007年省域空间面板数据[J]. 中国农村经济, 2010(8): 24-35.
- [6] 石慧, 吴方卫. 中国农业生产率地区差异的影响因素研究——基于空间计量的分析[J]. 世界经济文汇, 2011, (3): 59-73.
- [7] 王兵, 杨华, 朱宁. 中国各省份农业效率和全要素生产率增长——基于SBM方向性距离函数的实证分析[J]. 南方经济, 2011(10): 12-26.
- [8] 王亚坤, 王慧军, 姜冰. 基于超效率DEA和Malmquist指数的河北省农业生产效率分析[J]. 东北农业大学学报: 社会科学版, 2014(3): 1-7.
- [9] 刘新生, 沙利臣. 基于DEA的山东农业生产要素的效率分析[J]. 安徽农业科学, 2011(3): 1807-1808.
- [10] 李天芳. 江苏省农业生产效率的DEA分析[J]. 农村经济与科技, 2014(5): 35-37.
- [11] 郝明玉, 陈俊国. 河南省地级市农业生产效率的DEA研究[J]. 江西农业学报, 2012(9): 171-174.
- [12] 金怀玉, 管利荣, 焦立新. 安徽省农业技术效率变动的实证分析[J]. 中国科技论坛, 2011(7): 129-133, 146.
- [13] 李立清, 周贤君. 湖南各地市农业全要素生产率变动实证分析[J]. 湖南农业大学学报: 社会科学版, 2010(6): 22-27.
- [14] Charnes A, Cooper W W, Rhodes E. Measuring the efficiency of decision making units [J]. European journal of operational research, 1978, 2(6): 429-44.
- [15] Andersen P, Petersen NC. A procedure for ranking efficient units in data envelopment analysis [J]. Management Science, 1993, 39(10): 1261-1264.
- [16] Lee H Y, Park Y T. Sensitivity and stability analysis in DEA: Some recent development [J]. Asian Journal of Technology Innovation, 2005, 13(2): 207-222.
- [17] Caves D, W Christensen L R, W E Diewert. The economic theory of index numbers and the measurement of input, output, and productivity [J]. Econometrica, 1982(50): 1393-1414.
- [18] 西奥多·W·舒尔茨. 改造传统农业[M]. 北京: 商务印书馆, 1987.
- [19] 张宁, 陆文聪. 中国农村劳动力素质对农业效率影响的实证分析[J]. 农业技术经济, 2006(2): 74-80.

Study on the Agricultural Total Factor Productive Efficiency of Hunan Province: Based on the SE-DEA and Malmquist Index Model

LIU Wen-jun, CHEN Yuan-wen, ZOU Shu-liang
(University of South China, Hengyang 421001, China)

Abstract: Using the municipal panel data in Hunan from 2007 to 2012, this paper employs SE-DEA to estimate every city's agricultural total factor productivity. Then the dynamic comparative study of agricultural total factor productivity has been done by using Malmquist index model. The results indicate that during this period, the agricultural total factor productivity in Hunan has an upward trend and Hengyang is on the leading position among all the cities, however, there is a big difference among cities. By using Malmquist index model analysis we know that the average annual growth rate of agricultural total factor productivity is 5.4%. The further decomposition of growth rate shows that Hunan agricultural total factor productivity growth depends mainly on agricultural technical progress, while the growth momentums in different regions have differences.

Key words: Hunan province; agricultural total factor productivity; SE-DEA; malmquist index