

东北地区农业生产效率测度及影响因素

王刚毅, 刘 杰

(东北农业大学 经济管理学院, 黑龙江 哈尔滨 150030)

摘 要:运用非参数数据包络分析(DEA)和 Malmquist 指数测度东北三省 36 个城市农业部门 2000—2015 年生产效率及其变化趋势,并对影响农业技术效率和全要素生产率增长的因素进行实证分析。结果表明:东北地区农业投入产出的平均纯技术效率为 0.805,农业生产率还有较大提升空间;Malmquist 指数分解结果表明,全要素生产率年均增长率为 8%的主要源泉是技术进步;农业劳动力受教育水平改善对农业技术效率和全要素生产率增长有促进作用,机械化水平提高有利于东北地区农业全要素生产率增长。

关键词:农业生产效率;数据包络分析;Malmquist 指数

中图分类号:F 323.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2018)15-0192-11

粮食安全在全球政策议程中颇受热议。全球人口快速增长,食物需求激增,粮食安全备受挑战。农业生产率增长是保障地区粮食安全的关键,农业生产效率在提高粮食产量中的作用已经得到学者和政策制定者的高度认可。BARROS 等^[1]强调效率是促进农业生产的重要手段,引发了全球对农业技术效率的研究。农业生产率改善对国民经济增长至关重要,发展中国家对农业技术效率的研究得到学界极大关注^[2]。

研究效率测度的方法可以追溯到 OGUNDARI 等^[3]的研究。在此基础上, FARRELL^[4]引入了将经济效率分解为技术效率和分配效率的方法。按照 FARRELL 的定义^[4],技术效率是生产单位在投入给定情形下的最大产出能力,分配效率是产出给定情形下确定最佳投入比例的能力,而经济效率是衡量总体绩效的指标,是技术效率和分配效率的综合结果。生产效率的测度方法包括参数(随机前沿生产函数)和非参数

(DEA)方法。近年来,遥感、EPIC 模型等先进技术已经被广泛应用于农业生产效率研究^[5]。

1 文献回顾与研究方法

1.1 文献回顾

农业生产效率是指在现有技术条件限制下,相对于标准化生产,农业系统或生产单位在要素投入和产出方面的相对表现^[6]。为了增加农业产出,各国政府制定了旨在改进本国农业生产效率的政策,现有研究引入了各种方法试图提高农业生产效率。NDLOVU 等^[7]对常规和传统农业生产效率进行了比较,发现农民在常规农业中的产出比传统农业增长了 39%,这对土地数量有限的农民是有利的。JAIME 等^[8]研究表明,参与生产组织的农民生产效率较高,政府应完善农业组织参与空间,为生产性组织提供指导。黄金波等^[9]发现,土地细碎化与农业生产效率存在负相关关系,减少土地细碎化的措施是必要的。GALLEGO 等^[10]回顾了发达国家农业发展的经验,指出农业 R&D 投入对提升全球农业生产效率有积极作用。

改革开放以来,中国农业生产效率问题成为学者们关注的热门话题。关于中国农业生产效率的研究主要集中在 2 个方面:一是样本期间内的生产效率测度与分析^[11];二是农业生产效率的影

第一作者简介:王刚毅(1980-),男,山西长治人,博士,副教授,硕士生导师,现主要从事生猪产业战略决策理论等研究工作。E-mail:awgy@163.com.

基金项目:国家自然科学基金资助项目(71303040);教育部人文社科基金资助项目(13YJC790142);中国博士后研究基金资助项目(2013M540268)。

收稿日期:2018-02-24

响因素研究^[12]。上述许多研究使用的多是省级农业数据,但是省级总量的农业数据可能并不能表达地区之间的准确差异,地级城市层面的研究非常必要^[13]。此外,还有一些研究使用样本期间很短的省级数据来测度中国农业生产效率,这无法描述农业生产效率的变化过程。该研究为测度东北地区农业部门的生产效率及影响因素,使用的是 2000—2015 年东北三省 36 个地级城市的面板数据。

该研究试图在以下方面对现有文献进行拓展:1)使用数据包络分析(DEA)方法来测度东北地区农业部门的生产效率;2)使用 Malmquist 生产率指数来反映农业生产率随时间的变化过程;3)使用 Tobit 法来分析影响东北地区农业部门生产效率的主要因素。该文扩展了对农业相对发达地区农业生产效率的测度研究,以期对东北地区农业生产进一步发展指明改进方向。

1.2 研究方法

1.2.1 研究区域

研究区位于中国东北部,包括东北三省 36 个地级市,北接俄罗斯,西毗邻蒙古,东南接壤朝鲜,面积 78.8 万 km²,人口 8 041.7 万,人口密度约为 97.9 人·km⁻²。东北地区因其肥沃土壤和优越自然条件闻名于世,它不仅是中国重要的商品粮基地,也是重要的老工业基地。2015 年,中国东北地区粮食产量达到 119.7 万 t,占全国粮食产量的 19%,最重要的粮食作物为稻谷、玉米和豆类。东北地区耕地面积 2 145 万 hm²,占中国耕地面积的 17.62%。农业人口人均耕地面积远高于全国平均水平,居全国前列。自 1978 年以来,家庭联产承包责任制和技术进步促进了该地区农业生产效率增长。东北地区农业集约化水平较高,为现代农业发展奠定了良好基础。

1.2.2 DEA 模型

CHAVAS 等^[14]提出了具有输入方向并假定规模报酬不变(CRS)的 DEA 模型。但是 CRS 假设只适用于所有决策单元(DMU)均以最佳规模经营情形。BANKER 等^[15]建议扩展规模报酬不变情形下的 DEA 模型以评估规模报酬可变(VRS)下的效率,它能更准确地反映 DMU 经营管理水平。DEA 可以是投入或产出型的,前者是在产量不变条件下最大限度减少要素投入以提高效率;后者则是在投入要素不变条件下最大限度提高产出效率。在农业生产效率测度中,控制要

素投入相对容易,因此,该研究选择采用规模报酬可变的投入型 DEA 模型。

在给定时间内,有 n 个决策单元(DMU)。 x_i 和 y_r 分别是具有 m 个投入和 s 个产出的代表性 DMU 投入和产出矢量。 $X_j = (x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{mj})^T, Y_j = (y_{1j}, y_{2j}, \dots, y_{sj})^T, j = 1, 2, 3, \dots, n$ 。

式中: X_{ij} 是第 j 个 DMU 的第 i 个投入变量; Y_{rj} 是第 j 个 DMU 的第 r 个产出变量。规模报酬可变假设下的 DEA 模型如下:

$$\begin{cases} \min \theta = V_{DE} \\ s. t. \sum_{j=1}^n X_j \lambda_j \leq \theta X_0 \\ \sum_{j=1}^n Y_j \lambda_j \geq Y_0 \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \\ \lambda_j \geq 0, j = 1, 2, 3, \dots, n \end{cases}。$$

式中: θ 表示每个 DMU 的效率值,且 $0 \leq \theta \leq 1$,即 $\theta = 1$ 表示 DMU 技术有效率; $\theta < 1$ 表示 DMU 技术无效率。

1.2.3 Malmquist 指数

Malmquist 指数由 CAVES 等^[16]基于距离函数建立,它以数量为基础,更适合中国的情况。利用 2000—2015 年东北三省 36 个地级市数据测算 Malmquist 生产率指数。

$$M^t = D^t(x^{t+1}, y^{t+1}) / D^t(x^t, y^t),$$

M^t 指数用于衡量 t 时刻技术参照下从时刻 t 至 $t+1$ 生产效率的变化。 D^t 是时刻 t 的距离输出函数, x^t 和 y^t 是时刻 t 的投入和产出。技术效率在时刻 t 和 $t+1$ 的变化也可以在时刻 $t+1$ 的技术参照下计算。Malmquist 指数定义为:

$$M^{t+1} = D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}) / D^t(x^{t+1}, y^{t+1}),$$

根据 FARE 等^[17]的观点,产出型 Malmquist 指数可以分解为基于 CRS 的效率变化和技术变化。如果放宽 CRS 假设,考虑规模报酬可变(VRS),效率变化指数可以进一步分解为纯技术效率变化和规模效率变化如下:

$$\begin{aligned} M(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) &= \\ &= \left[\frac{D^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D(x^t, y^t)} \times \frac{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{\frac{1}{2}} = \\ &= \left[\frac{D_c^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_c^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \times \frac{D_c^t(x^t, y^t)}{D_c^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{\frac{1}{2}} \times \\ &= \frac{D_c^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_c^t(x^t, y^t)} = \end{aligned}$$

$$TC(CRS) \times EC(CRS) = TC(CRS) \times PTEC(VRS) \times SEC(VRS, CRS)。$$

$$\text{其中, } PTEC(CRS) = \frac{D_v^c(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_v^{t+1}(x^t, y^t)}, \text{ 且 } SEC(VRS, CRS) = \frac{D_v^c(x^t, y^t)}{D_v^c(x^t, y^t)} \times \frac{D_v^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_v^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}。$$

PTEC(VRS)是基于VRS的纯技术效率变化;SEC(CRS, VRS)是基于CRS和VRS的规模效率变化; D_v^c 和 D_v 是基于CRS和VRS的距离函数。 $EC > 1$ 表示从时刻 t 至 $t+1$ 农业效率的增加; $EC = 1$ 表明从时刻 t 至 $t+1$ 农业效率保持稳定; $EC < 1$ 表示从时刻 t 至 $t+1$ 农业效率下降。

2 数据说明及实证结果

2.1 数据说明

研究区域覆盖中国东北地区三省(黑、吉、辽)36个地级城市。选取农林牧渔总产值为农业产出指标、第一产业劳动力、农业机械总动力、农作物播种总面积和化肥施用量作为农业投入指标。产出变量为36个地市以2000年为基期的实际农林牧渔总产值,之所以选用农林牧渔总产值而不是增加值指标,是因为农林牧渔增加值不包含中间投入要素,而该研究选用了中间投入变量^[18]。第一产业劳动力主要指的是从事农业的劳动力数

量,不从事农业生产的农村人口不在农业劳动力范围内。农业机械总动力指的是用于农业的各种机械动力总和。农作物播种总面积比耕地面积更准确,因为它考虑了重复播种情况,反映土地投入情况更为准确^[19]。化肥指的是钾肥、氮肥、磷肥和复合肥的折纯量之和。数据均来自2001—2016年《辽宁统计年鉴》《吉林统计年鉴》《黑龙江统计年鉴》和《中国统计年鉴》。

2.2 农业部门技术效率与规模效率

使用面向投入DEA模型得到的技术效率和规模效率结果如图1所示。2000—2015年,在CRS和VRS假设下,东北地区平均农业技术效率分别为0.673和0.805。这表明东北地区各地级市减少32.7%(19.5%)的投入要素也可以达到同样产出水平。东北地区平均农业规模效率为0.856,这说明东北地区农业生产规模尚未达到最佳规模。假定没有其它因素制约,且耕地经营规模达到最佳,另外14.4%的生产效率增长是可以实现的。东北地区和辽宁、吉林、黑龙江省的农业技术效率和规模效率是通过地级市均值估算得到的。2000—2015年间,东北地区技术效率和规模效率走势并不相同。在CRS假设下,农业技术效率大致呈下降趋势;在VRS假设下,农业技术效率出现了波动增长趋势,但2008年后,技术效率呈下降趋势。

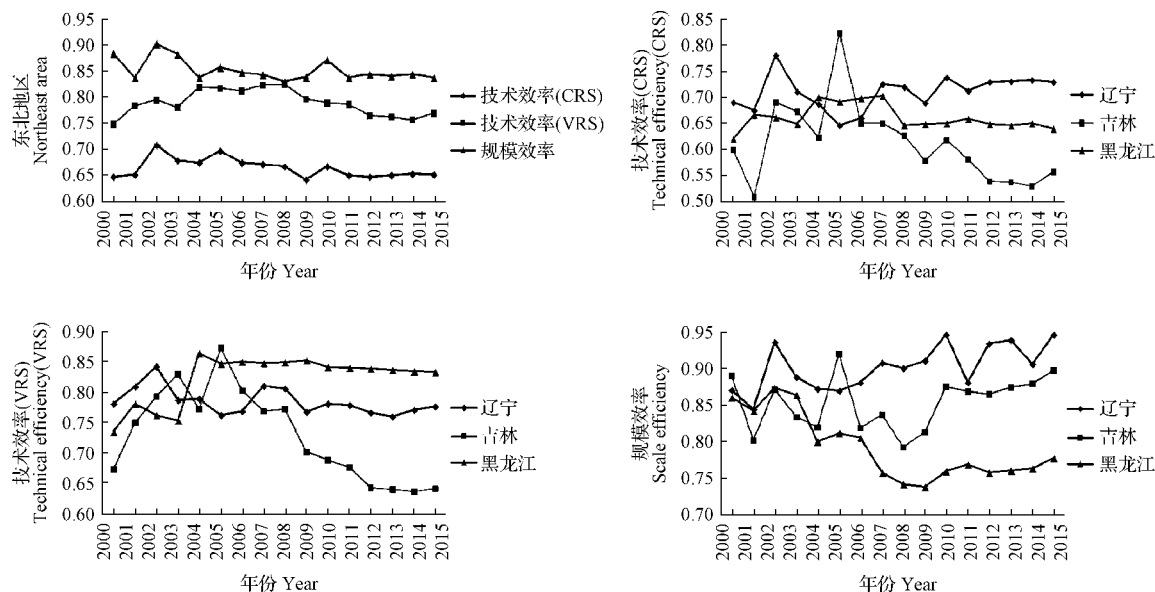


图1 东北地区农业生产技术效率和规模效率

Fig. 1 Technical and scale efficiencies in the Northeast area

东北三省农业生产效率呈现出不同的变动趋势(图 1)。辽宁 CRS 假设下的技术效率(TE(CRS))明显大于吉林和黑龙江。辽宁 TE(CRS)从 2000 年的 0.679 上升至 2015 年的 0.725。辽宁和黑龙江 TE(CRS)呈波动上升趋势,吉林 TE(CRS)从 2000 年的 0.599 下降至 2015 年的 0.541。黑龙江 TE(VRS)明显领先于吉林和辽宁,且 TE(VRS)从 2000 年的 0.725 上升至 2015 年的 0.851。辽宁 TE(CRS)呈波动上升趋势,而吉林 TE(CRS)在 2005 年前呈波动上升趋势,2005 年

后逐渐下降。辽宁规模效率明显高于黑龙江和吉林,规模效率比较稳定且总体呈上升趋势。但是,黑龙江规模效率在 2000—2015 年期间呈波动下降趋势。黑龙江规模效率从 2000 年的 0.867 下降至 2015 年的 0.755。

2000、2005、2010、2015 年东北三省 36 个地级市在 CRS 和 VRS 假定下的技术效率如图 2 和图 3 所示。2000 年,盘锦、白山、辽阳和大兴安岭 4 个城市在 CRS 假定下的农业技术效率较高,在 VRS 假定下有 12 个城市的农业技术效率较高。

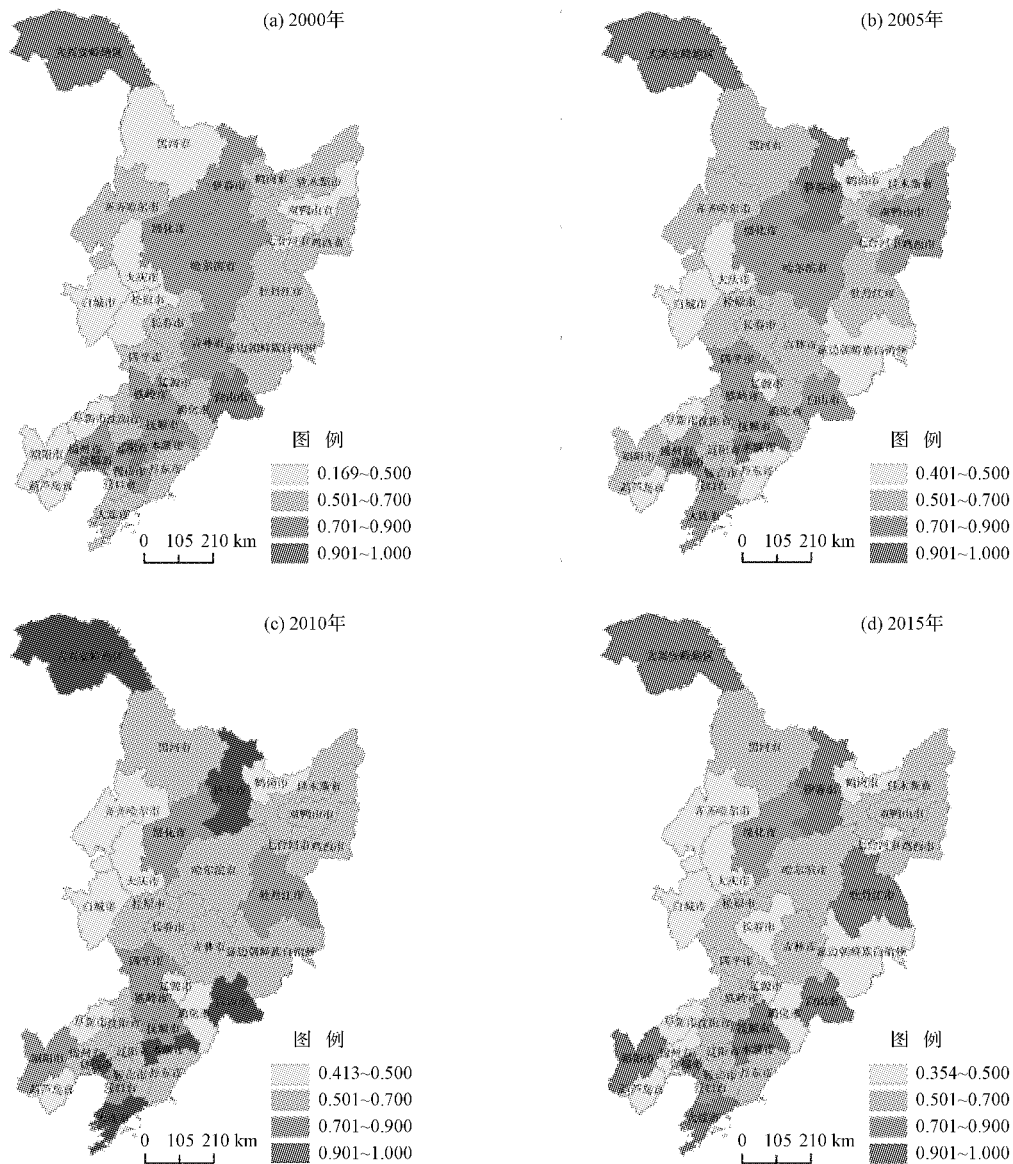


图 2 东北地区农业技术效率(CRS)时空变化(2000—2015)

Fig. 2 Spatial-temporal variation of technical efficiencies (CRS) in the Northeast area (2000—2015)

2005年,VRS假定下得分较高的城市增加到了19个;CRS假定下得分较高的城市数量与2000年相比没有变化,2010年和2015年,分别上升到了6个和9个。但是,在VRS假定下得分较高的城市数量在2005—2015年呈减少趋势。在36个城市中,仅有6个城市(大连、本溪、盘锦、白山、哈尔滨和大兴安岭)在VRS假定下的农业技术效率得分较高,且在4个时段内表现最佳。只有2个城市(盘锦、大兴安岭)在4个时段均处于农业技术效率最佳生产前沿。从CRS假定下农业技术

效率空间分布看,大部分城市农业技术效率较低,这些城市可以通过改进农业生产效率来提高产出水平。36个地级市的农业规模效率也呈现不同走势。2000年,有18个城市达到或接近最佳农业生产规模。但是,达到或接近最佳农业生产规模的城市数量在2004年(减少到13个)和2008年(减少到14个)均有所下降。2015年这一情况发生了变化,达到或接近最佳规模的城市数量增加到20个。大多数规模效率较低的城市在样本期间实现了农业生产的规模报酬递增状态。

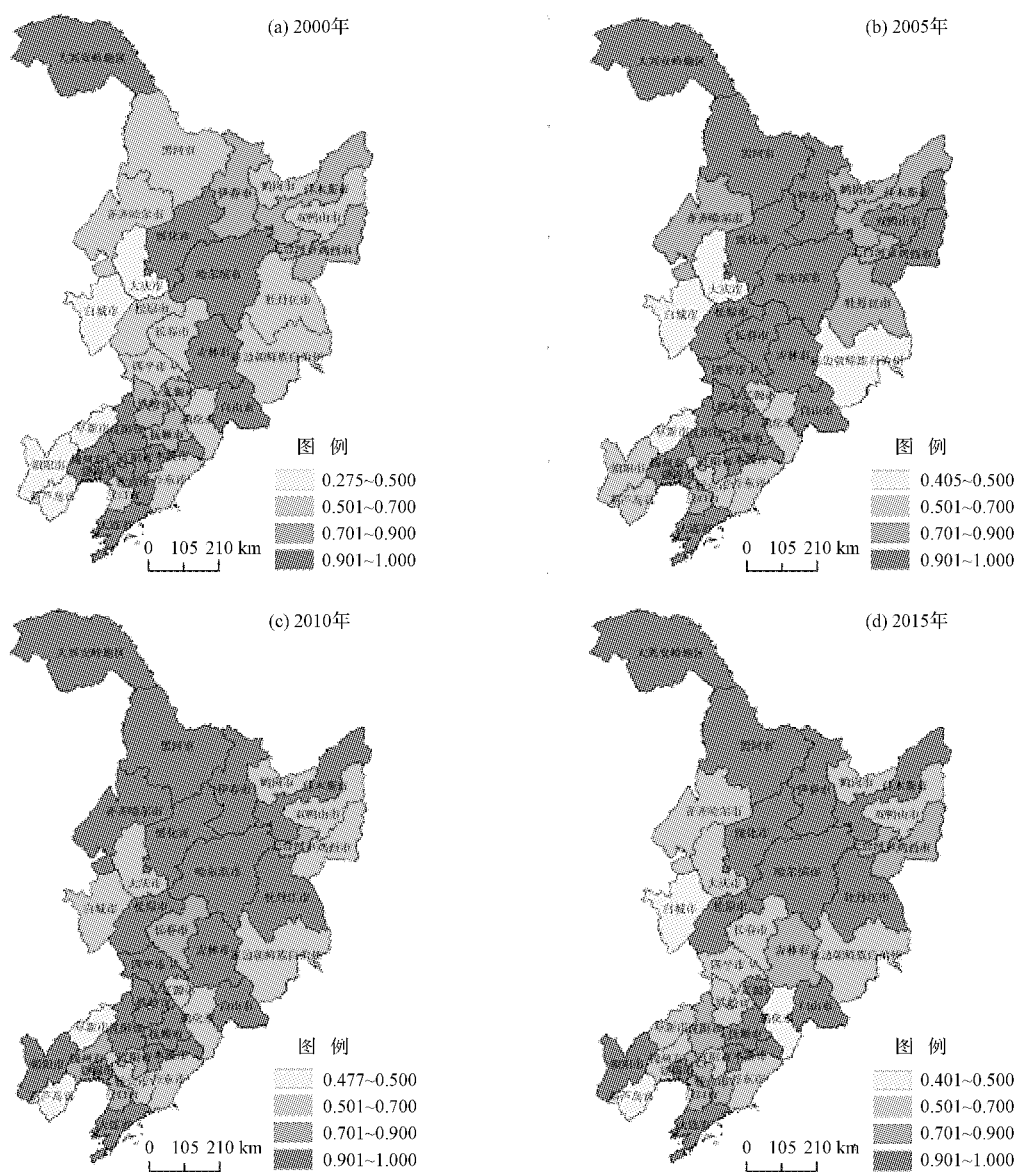


图3 东北地区农业技术效率(VRS)时空变化(2000—2015)

Fig. 3 Spatial-temporal variation of technical efficiencies (VRS) in the Northeast area (2000—2015)

2.3 Malmquist 指数分解

将 Malmquist 指数分解为效率变化 (EFFI) 指数和技术变化 (TECH) 指数。为了分析规模效率变化,进一步将效率变化指数分解为纯技术效率 (PUREFF) 指数和规模效率 (SCAL) 指数。为了获得每个地级市的 Malmquist (MALM) 指数和其它指标,使用 DEAP 2.1 来计算输出距离函数。结果显示,辽宁、吉林、黑龙江和东北地区平均农业生产增长率 (MALM) 分别为 7.9%、6.7%、

9.4%和 8.2%(表 1)。农业生产增长率较高反映出 4 种要素较低的投入增长率和较高的产出增长率。平均来看,东北地区技术变化指数上涨了 7.9%,辽宁和黑龙江效率变化指数有所上升,吉林效率变化指数下降了 0.9%。技术变化和技术效率指数增加表明,东北地区农业生产率的提高源于技术创新和技术效率改善。但是,技术效率增长幅度较小,这是由于规模效率下降导致的。

表 1 东北三省农业生产效率变化过程比较

Table 1 Comparison of the agriculture production efficiency variation trend in Northeast area

时期 Time period	地区 Region	效率变化指数 (EFFI)	技术变化指数 (TECH)	纯技术效率指数 (PUREFF)	规模效率指数 (SCAL)	MALM 指数 (TFP)
2000—2005	辽宁	1.107	0.996	1.016	1.001	1.011
	吉林	1.015	1.024	1.039	0.979	1.038
	黑龙江	1.037	1.021	1.050	0.982	1.030
	东北地区	1.019	1.013	1.030	0.991	1.027
2005—2010	辽宁	1.011	1.099	1.010	1.007	1.113
	吉林	0.999	1.079	1.003	0.995	1.079
	黑龙江	0.979	1.121	0.999	0.980	1.099
	东北地区	0.993	1.103	1.005	0.990	1.098
2010—2015	辽宁	1.001	1.113	0.991	1.015	1.117
	吉林	0.966	1.139	0.955	1.016	1.102
	黑龙江	0.991	1.128	0.987	1.008	1.119
	东北地区	0.994	1.128	0.987	1.009	1.119
2000—2015	辽宁	1.008	1.069	1.004	1.008	1.077
	吉林	0.990	1.077	0.999	0.992	1.068
	黑龙江	1.005	1.093	1.014	0.991	1.096
	东北地区	1.003	1.080	1.005	0.999	1.081

2000—2015 年,在 36 个地级市中,有 17 个城市的 EFFI 和 TECH 平均增长率是正的(表 2 和表 3)。抚顺、丹东、营口、阜新、双鸭山、伊春、牡丹江等 7 个城市 5 个指标均有所改善。总体而言,36 个城市的 TECH 平均增长率为正值,16 个城市的 EFFI 有所下降,表明东北地区农业生产率的增长主要归因于技术进步。从指标值排名的结果来看,阜新在全要素生产率和技术效率方面增长幅度最大,其次是黑河和伊春。大兴安岭在技术效率 (TECH) 上的增幅最大。2000—2015 年期间,朝阳在纯技术效率上有了较大提升,但规模效率出现较大幅度下降。阜新在规模效率上的增幅最大。锦州、辽源和佳木斯在技术效率、纯技术效率和规模效率上下幅度最大。

由于 2000—2015 年间的经济改革促进了区域技术效率改善,东北地区在 2000—2005 年、2005—2010 年和 2010—2015 年 3 个时段的效率

平均值均有所提高(表 2~3)。东北三省年均 MALM 增长率从 2000—2005 年的 2.7%上升到 2005—2010 年的 10.9%,年均 MALM 增长 0.7%,总体增长 8.3%。从 MALM 指数 2 个维度可以看出,TECH 年变化率分别为 1.1%、10.4%和 11.9%。虽然效率平均增长率在 2000—2005 年增长了 1.8%,但是在 2005—2010 年和 2010—2015 年增长率分别下降了 2.3%和 1.1%。2000—2005 年,36 个城市中有 12 个(辽宁 7 个,吉林 3 个,黑龙江 2 个)MALM 平均增长率为负,而 2005—2010 年,长春是唯一 MALM 负增长的城市,2010—2015 年所有城市 MALM 指数都呈现正增长。TECH 指数与 MALM 指数有相同的生长趋势,但是 EFFI 指数整体上呈现出减小趋势。2000—2005 年,有 21 个城市平均增长率为正,而 2010—2015 年仅有 13 个城市平均增长率为正。

表 2 全要素生产率增长及分解

Table 2 Total factor productivity growth and decomposition

地级市	MALM 指数(TFP)			技术变化指数(TECH)				效率变化指数(EFFI)				
Prefecture-level city	2000—2005	2005—2010	2010—2015	2000—2015	2000—2005	2005—2010	2010—2015	2000—2015	2000—2005	2005—2010	2010—2015	2000—2015
沈阳	1.000	1.070	1.131	1.062	0.997	1.093	1.099	1.059	1.007	0.980	1.208	1.003
大连	1.025	1.179	1.138	1.113	0.998	1.098	1.155	1.083	1.031	0.971	0.988	1.027
鞍山	0.882	1.108	1.138	1.033	0.995	1.091	1.099	1.060	0.889	1.014	1.038	0.979
抚顺	0.927	1.103	1.145	1.055	0.935	1.099	1.086	1.035	0.995	1.003	1.054	1.018
本溪	0.928	1.219	1.139	1.088	0.901	1.187	1.146	1.066	1.025	1.019	1.000	1.015
丹东	0.937	1.149	1.145	1.077	1.944	1.129	1.129	1.066	0.998	1.032	1.013	1.011
锦州	0.981	1.058	1.087	1.040	1.021	1.117	1.125	1.090	0.972	0.950	0.958	0.959
营口	1.088	1.121	1.145	1.119	1.015	1.099	1.167	1.089	1.076	1.028	0.983	1.028
阜新	1.308	1.158	1.137	1.199	0.999	1.125	1.165	1.093	1.308	1.041	0.985	1.099
辽阳	0.899	1.055	1.100	1.014	1.035	1.039	1.077	1.055	0.879	1.998	1.022	0.963
盘锦	0.997	1.093	1.067	1.054	0.999	1.098	1.079	1.055	1.000	1.000	0.994	0.998
铁岭	1.049	1.035	1.027	1.032	1.036	1.077	1.099	1.059	1.009	0.972	0.940	0.970
朝阳	1.119	1.154	1.125	1.125	1.142	1.065	1.101	1.066	1.078	1.089	1.037	1.066
葫芦岛	1.025	1.099	1.093	1.070	1.009	1.100	1.108	1/092	1.018	0.996	0.998	1.000
长春	1.089	0.991	1.039	1.033	1.052	1.039	1.082	1.067	1.030	0.958	0.959	0.979
吉林	1.000	1.041	1.105	1.050	1.053	1.049	1.125	1.077	0.967	0.991	0.987	0.975
四平	1.181	1.018	1.056	1.089	1.037	1.076	1.094	1.065	1.140	0.959	0.979	1.029
辽源	0.977	1.070	1.073	1.049	1.041	1.057	1.159	1.088	0.957	1.015	0.931	0.970
通化	1.000	1.050	1.059	1.035	1.040	1.061	1.099	1.056	0.961	0.989	0.966	0.971
白山	0.903	1.128	1.181	1.065	0.932	1.090	1.181	1.065	0.971	1.038	1.000	1.000
松原	1.171	1.111	1.145	1.141	1.033	1.118	1.156	1.109	1.128	0.998	0.970	1.030
白城	1.060	1.181	1.088	1.109	1.055	1.129	1.176	1.118	1.004	1.050	0.932	0.991
延边	0.958	1.120	1.136	1.068	0.988	1.105	1.162	1.088	0.971	1.101	0.978	0.989
哈尔滨	0.999	1.061	1.078	1.044	0.996	1.120	1.118	1.073	1.001	0.955	0.967	0.971
齐齐哈尔	0.998	1.065	1.079	1.042	0.994	1.119	1.117	1.072	1.003	0.961	0.972	0.978
鸡西	1.018	1.078	1.162	1.080	0.983	1.129	1.131	1.087	1.030	0.951	1.029	1.003
鹤岗	1.001	1.090	1.177	1.087	1.053	1.132	1.176	1.120	0.952	0.964	1.003	0.971
双鸭山	1.161	1.017	1.155	1.109	1.019	1.139	1.161	1.101	1.143	0.899	0.998	1.009
大庆	1.054	1.135	1.171	1.118	0.988	1.131	1.143	1.084	1.063	1.005	1.030	1.033
伊春	1.153	1.141	1.143	1.147	1.080	1.141	1.143	1.122	1.078	1.000	1.000	1.023
佳木斯	1.051	1.077	1.058	1.060	1.017	1.088	1.107	1.069	1.031	0.993	0.955	0.991
七台河	1.017	1.119	1.064	1.066	0.977	1.091	1.121	1.063	1.040	1.029	0.947	1.005
牡丹江	1.053	1.171	1.155	1.123	0.983	1.111	1.108	1.064	1.070	1.055	1.043	1.076
黑河	1.147	1.125	1.171	1.145	1.066	1.181	1.129	1.124	1.073	0.955	1.040	1.023
绥化	1.008	1.044	1.109	1.051	1.030	1.065	1.091	1.060	0.978	0.987	1.107	0.994
大兴安岭	1.067	1.151	1.219	1.143	1.065	1.153	1.219	1.143	1.000	1.000	1.000	1.000

表 3 技术效率变化年度累积分解结果

Table 3 Annual and cumulative decomposition of the technical efficiency change

地级市	纯技术效率指数 (PUREFF)				规模效率指数 (SCAL)			
Prefecture-level city	2000—2005	2005—2010	2010—2015	2000—2015	2000—2005	2005—2010	2010—2015	2000—2015
沈阳	1.027	0.988	0.987	0.997	0.980	0.997	1.045	1.008
大连	1.000	1.000	1.000	1.000	1.028	1.075	0.982	1.029
鞍山	0.859	1.015	1.060	0.977	1.033	1.000	0.976	1.001
抚顺	1.018	1.005	1.007	1.010	0.978	1.000	1.045	1.008
本溪	1.000	1.000	1.000	1.000	1.025	1.020	1.000	1.014
丹东	0.966	1.020	1.031	1.001	1.038	1.003	0.981	1.004
锦州	1.025	0.937	1.934	1.966	1.932	1.015	1.026	0.994

表 3(续)
Table 3(Continued)

地级市 Prefecture-level city	纯技术效率指数 (PUREFF)				规模效率指数 (SCAL)			
	2000—2005	2005—2010	2010—2015	2000—2015	2000—2005	2005—2010	2010—2015	2000—2015
营口	1.065	1.043	1.012	1.053	1.179	0.993	1.071	1.044
阜新	1.108	1.041	1.015	1.055	1.19	0.990	0.971	1.040
辽阳	0.931	0.999	0.970	0.967	0.937	0.997	1.053	0.996
盘锦	1.000	1.000	0.999	1.000	1.000	1.000	0.993	0.997
铁岭	1.035	1.000	0.887	1.971	0.977	0.976	1.061	0.999
朝阳	1.099	1.103	1.000	1.065	0.988	0.983	1.025	.0996
葫芦岛	1.037	0.977	0.997	1.002	0.981	1.023	0.993	0.997
长春	1.079	0.987	0.923	0.995	0.954	0.968	1.041	0.987
吉林	1.022	0.988	0.950	0.988	0.933	1.004	1.038	0.990
四平	1.173	1.000	0.917	1.023	0.978	0.961	1.071	0.998
辽源	0.962	0.989	0.976	0.971	0.998	1.000	0.999	0.997
通化	0.961	0.989	0.967	0.970	0.998	1.000	0.999	0.998
白山	1.000	1.000	1.000	1.000	0.970	1.031	1.000	1.000
松原	1.155	1.011	1.000	1.054	0.978	0.983	0.978	0.977
白城	1.040	1.055	0.931	1.001	0.968	0.997	0.981	1.005
延边	0.950	1.015	0.996	0.985	1.028	0.991	0.987	1.005
哈尔滨	1.000	1.000	1.000	1.000	0.993	0.919	1.001	0.969
齐齐哈尔	1.040	1.057	0.921	1.001	0.978	0.891	1.081	0.978
鸡西	1.061	0.920	1.016	0.997	0.977	1.034	1.011	1.007
鹤岗	1.011	0.993	0.994	1.000	0.940	0.971	1.009	0.978
双鸭山	1.167	0.889	0.994	1.003	0.981	1.019	1.007	1.003
大庆	1.081	1.032	1.025	1.040	0.987	0.971	1.019	0.992
伊春	1.043	1.044	1.000	1.015	1.023	1.000	1.000	1.005
佳木斯	1.045	1.044	1.000	1.031	0.984	0.950	0.961	0.968
七台河	0.993	0.979	1.010	0.997	1.050	1.056	0.945	1.013
牡丹江	1.067	1.056	1.000	1.031	1.008	1.001	1.045	1.019
黑河	1.189	1.000	1.000	1.060	0.901	0.954	1.037	0.965
绥化	0.999	1.018	1.000	1.007	0.983	0.967	1.012	0.988
大兴安岭	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

3 农业技术效率和农业全要素生产率的影响因素分析

在对东北地区农业部门技术效率、规模效率和全要素生产率分析后,使用上述结果对影响东北地区农业技术效率和农业全要素生产率的因素进行统计分析。选取的影响因素来自文献梳理和作者对该问题的思考,考虑到数据限制,选取的影响因素有:

1)农业结构。使用东北三省 36 个市的农业产值比重、农业劳动力人均机械拥有量和畜牧业产值比重来衡量地区农业结构。农业产值比重越大,政府对农业发展就会越重视,农业发展模式就会有很大区别,对农业技术效率和全要素的影响是较大的。农业机械化是现代农业发展的重要条

件,对农业生产效率的改善是不言而喻的^[20]。畜牧业在农业中占据着重要地位,生产方式与种植业也有所区别,畜牧业对农业生产效率的改善是否有效,值得探讨。

2)地区产业和人口结构。地区产业结构用工业产值比重来衡量,人口特征用城市农村人口比重来表征。工业对农业有是双重影响,一方面工业反哺农业,为农业发展提供技术、化肥等要素;另一方面,工业规模过大会抢夺农业资源,抑制农业发展。农村人口占比也会影响农业生产效率,农村人口占比越大,农业劳动力比重就越大,农业生产效率就越低^[21]。

3)财政支农力度。用政府财政支农支出比重来评估财政支农力度对农业生产效率的影响。财政支农支出通过支出农业技术研发、增加农业要

素投入来改善农业生产率。

4)农业劳动力受教育程度。用每百名农业劳动力中高中及以上受教育程度的人口来衡量教育对农业生产效率的影响程度。农业教育对农业产出有促进作用,但是农村人才流失严重,教育对农业生产率的影响有待考察^[22]。

采用 Tobit 模型来分析农业技术效率和全要素生产率与其影响因素的关系。回归结果见表4。豪斯曼检验结果表明应选用固定效应模型。CRS 和 VRS 2 种情形下农业生产效率的影响因素作用方向一致。

农业产值比重负向影响农业技术效率和全要素生产率,而且其对农业技术效率的影响显著,对农业全要素生产的影响是不显著的。这与李博等^[23]的结论是不一致的,他认为农业在地区经济中的地位越重要,将会导致全要素生产率的改善。

研究结论存在差别的可能原因是研究区域和时间区间不同。地区农业产值比重较大,用于农业的投入要素就会越多,但是只有技术要素投入增加,才会使得农业生产率的提高,因此农业产值比重越大,不意味着农业技术效率就会越高。农业劳动力人均机械拥有量对农业效率的影响是显著负向,这与焦源^[24]的结论是吻合的,他发现机械化水平与农业生产效率没有必然联系;而机械化水平对全要素生产率有显著促进作用。这可以从二者概念上进行解释,全要素生产率包括了技术进步,而技术效率仅是运用现有的能力。畜牧业产值比重负向影响农业技术效率和全要素生产率,这反映出地区畜牧业地位越重要,就越会抑制农业技术效率的改进,这与 MONCHUK 等^[25]的研究是一致的。

表4 农业技术效率和农业全要素生产率影响因素分析

Table 4 Analysis of the influencing factors of agricultural technical efficiency and agricultural total factor productivity

	农业技术效率(ATE)					
	VRS		CRS		农业全要素生产率(ATF)	
	系数 Coefficient	Z 值 Z-value	系数 Coefficient	Z 值 Z-value	系数 Coefficient	Z 值 Z-value
农业产值比重	-0.012	-1.391	-0.007	-5.398	-0.014 **	-2.428
人均机械拥有量	-0.071 *	-4.874	-0.034 *	-5.028	0.193 *	6.934
畜牧业产值比重	-0.328 **	-2.132	-0.213 *	-1.821	-0.018	-0.038
工业产值比重	-0.009	-1.726	-0.023 *	-9.183	-0.003 *	-1.927
农村人口比重	-0.001	-0.281	-0.001 *	-1.621	-0.004	-0.719
财政支农力度	-1.694 *	-5.385	-1.312 *	-4.981	-0.819 **	-1.723
受教育程度	0.029 *	7.218	0.021 *	7.192	0.029 *	6.392
截距	1.107 *	7.918	1.734 *	13.902	0.218	0.798
观测值	576	576	576	576	576	576

注: * 表示在 10% 水平上显著, ** 表示在 5% 水平上显著。

Note: * indicates that the estimated coefficient is significant at 10% level, ** indicates that the estimated coefficient is significant at 5% level.

地区工业产值比重越大,农业技术效率和全要素生产率越低,其对地区全要素生产率的影响是显著的,对农业技术效率的影响并不显著。这与 ZHANG^[26]的结论是类似的,工业发达的地区产生了负外部性阻碍了农业生产效率改进。尽管农村人口比重越大不利于地区农业技术效率和全要素生产率改进,但影响不显著。农村劳动力比重越高,农业全要素生产率就越低,这说明农业生产劳动力过于密集,政府可以通过非农就业来改善农业效率。

财政支农力度对农业效率的影响方向是显著

为负的,这与李谷成等^[27]的结论是吻合的。王兵等^[28]认为政府对农业的财政支持行为扭曲了市场机制作用,可能导致了农业生产效率地下降,这说明政府不能为实现短期目标而损害农业长远发展。研究还发现,人力资本对农业效率的影响显著为正,这说明教育存在正的“溢出效应”,这与张宁等^[29]的研究结论是一致的。

4 结论与讨论

使用 DEA 模型测度东北城市农业生产效率

的变化趋势,可以确定农业生产的最佳实践城市,还能为农业生产管理提供借鉴。以这些最佳城市为基准,效率低下的城市可以判断哪些农业要素投入是必要的,以改善农业生产效率。研究表明,36个城市如果按照最佳生产实践从事农业生产,平均可以减少19.6%的要素投入。总的来看,规模效率比技术效率更有效。东北三省的效率得分分布表明,黑龙江的城市技术效率最高,而辽宁的城市规模效率最高。Malmquist分解结果显示,东北三省全要素生产率平均每年增长8%的主要源泉是技术进步。促进农业生产,应重视农业生产效率地提高。研究还发现,规模效率直到2010—2015年才恢复。土地规模化经营促进了规模效率地增长。3个时期纯技术效率持续降低,意味着制定相关政策,加大农业科技投入力度,加强对农民的技术培训很有必要。地区效率存在差异表明,城市之间可以通过技术合作来改善农业效率。

该研究还就农业效率的影响因素进行了分析。农业产值比重较大不利于地区农业效率改进;机械化程度对农业技术效率的影响是显著为负的,对全要素生产率的影响是显著正向的;畜牧业产值比重越大越不利于地区农业效率增长。地区产业结构对农业效率提高的影响是负向的;人口结构对农业技术效率和全要素生产率的影响是负向的,但并不显著。财政支农对农业技术效率和全要素生产率增长并无帮助,这与传统观点相左;农业劳动力受教育程度对农业技术效率和全要素生产率的影响是显著正向的,说明教育对农业有“溢出效应”。

该研究的政策涵义在于提升东北地区农业部门生产效率,应该调整农业与工业的关系,让工业反哺农业;优化财政支农手段;加大对农业科技和农业教育的投入。

该研究的贡献在于通过对东北地级城市农业部门生产效率测度,并对影响农业效率和全要素生产率的因素进行分析,发现政府财政对农业的投入对农业效率有负向影响,这与传统观点并不相符。另外,关于农业效率测度的文献进行了拓展,为农业条件优越地区的农业效率改善有积极借鉴意义。当然,研究也存在一些不足。Malmquist和DEA模型对数据一致性和全面性

要求较高。由于客观因素,该研究数据来源于统计年鉴。一些指标,如农业劳动时间和其它指标不包括在模型中。在之后的研究中,要更加注意增强指标数据的一致性和综合性。

参考文献

- [1] BARROS C, MENEZES N, PEYPOCH B, et al. An analysis of hospital efficiency and productivity growth using the luenberger indicator[J]. *Health Care Management Science*, 2008, 11(4): 373-381.
- [2] FUKUYAMA H, WILLIAM L, WEBER A. Directional slacks-based measure of technical inefficiency[J]. *Socio-Economic Planning Sciences*, 2009, 43(4): 274-287.
- [3] OGUNDARI K, AMOS T, OKORUWA V O. A review of nigerian agricultural efficiency literature, 1999-2011: What does one learn from frontier studies[J]. *African Development Review*, 2014(24): 93-106.
- [4] FARRELL J M. The measurement of productive efficiency[J]. *Journal of the Royal Statistical Society*, 1957, 11(9): 253-290.
- [5] MANJUNATHA A V, ANIK A R, SPEELMAN S. Impact of land fragmentation, farm size, land ownership and crop diversity on profit and efficiency of irrigated farms in India[J]. *Land Use Policy*, 2013(31): 397-405.
- [6] MANAGI S, JENA P, RANJAN O. Environment productivity and kuznets curse in India[J]. *Ecological Economics*, 2008, 65(2): 432-440.
- [7] NDLOVU P, MAZVIMAVI K, MURENDO C. Productivity and efficiency analysis of maize under conservation agriculture in Zimbabwe[J]. *Agricultural Systems*, 2014, 124: 21-31.
- [8] JAIME M, SALAZAR C A. Participation in organizations, technical efficiency and territorial differences: A study of small wheat farmers in Chile[J]. *Chilean Journal of Agriculture Research*, 2011, 71: 104-113.
- [9] 黄金波, 周先波. 中国粮食生产的技术效率与全要素生产率增长[J]. *南方经济*, 2010(9): 40-52.
- [10] GALLEGO F J, KUSSUL N, SKAKUN S, et al. Efficiency assessment of using satellite data for crop area estimation in Ukraine[J]. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 2014(29): 22-30.
- [11] MA S Z, FENG H. Will the decline of efficiency in China's agriculture come to an end? An analysis based on opening and convergence[J]. *China Economic Review*, 2013(27): 179-190.
- [12] 王桂波, 韩玉婷, 南灵. 基于超效率DEA和Malmquist指数的国家级产粮大县农业生产效率分析[J]. *浙江农业学报*, 2011, 23(6): 1248-1254.
- [13] HOANG V N, COELLI T. Measurement of agricultural total factor productivity growth incorporating environmental factors: A nutrients balance approach[J]. *Journal of Environmental*

Economics and Management, 2011, 62: 462-474.

[14] CHAVAS D R, IZAURRALDE R C, THOMSON A M, et al. Long-term climate change impacts on agricultural productivity in eastern China[J]. Agricultural and Forest Meteorology, 2009, 129: 1118-1128.

[15] BANKER R D, CHAMES A, COOPER W. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis[J]. Management Science, 1984, 30: 1078-1092.

[16] CAVES D W, CHRISTENSEN L R, DIEWERT W E. Multilateral comparisons of output, input, and productivity using superlative index numbers[J]. Economic Journal, 1982, 92: 73-86.

[17] FARE R, GROSSKOPF S, NORRIS M, et al. Productivity growth, technical progress, and efficiency change in industrialized countries[J]. American Economic Review, 1994, 84(1): 66-83.

[18] WANG W G, LI R Z, SONG Y X, et al. The various components of agricultural land production efficiency in Jilin Province[J]. Scientia Geographica Sinica, 2012(32): 225-231.

[19] TAN S, HEERINK N, KUYVENHOVEN A, et al. Impact of land fragmentation on rice producers technical efficiency in South-East China[J]. Wageningen Journal of Life Sciences, 2010, 57: 117-123.

[20] 刘静, 吴普特, 王玉宝, 等. 基于数据包络分析的河套灌区农业生产效率评价[J]. 农业工程学报, 2014, 30(9): 110-118.

[21] 宋科艳, 曹明福. 转型时期中国农业生产效率及其影响因素

研究[J]. 财经问题研究, 2014(8): 118-124.

[22] 贺志亮, 刘成玉. 我国农业生产效率及效率影响因素研究: 基于三阶段 DEA 模型的实证分析[J]. 农村经济, 2015(6): 48-51.

[23] 李博, 张文忠, 余建辉. 碳排放约束下的中国农业生产效率地区差异分解与影响因素[J]. 经济地理, 2016, 36(9): 150-157.

[24] 焦源. 山东省农业生产效率评价研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2013, 23(12): 105-110.

[25] MONCHUK D C, CHEN Z, BONAPARTE Y. Production inefficiency in China's agriculture using data envelopment analysis and semi-parametric bootstrapping[J]. China Economic Review, 2010(21): 346-354.

[26] ZHANG T. The efficiency assessment of food safety in China's agriculture: A case study of the rice sector[J]. Agricultural Economics, 2008, 54(11): 521-528.

[27] 李谷成, 冯中朝. 中国农业全要素生产率增长技术推进抑或效率驱动: 一项基于随机前沿生产函数的行业比较研究[J]. 农业技术经济, 2010(5): 4-14.

[28] 王兵, 杨华, 朱宁. 中国各省份农业效率和全要素生产增长率: 基于 SBM 方向性距离函数的实证分析[J]. 南方经济, 2011(10): 12-26.

[29] 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.

Measurement of Agricultural Production Efficiency and Its Influencing Factors in Northeast China

WANG Gangyi, LIU Jie

(School of Economics and Management, Northeast Agricultural University, Harbin, Heilongjiang 150030)

Abstract: Non-parametric data envelopment analysis (DEA) and Malmquist index were used to measure the production efficiency and its change trend of the agricultural sector in 36 cities in three provinces in Northeast area in China from 2000 to 2015, and empirical analysis was made on the factors affecting the efficiency of agricultural technology and total factor productivity growth. The results showed that the average pure technical efficiency of agricultural inputs and outputs in Northeast China was 0.805, and there was still much room for improvement in agricultural productivity. The Malmquist index decomposition results showed that the main source of annual growth rate of total factor productivity was 8%, which was technological progress. The improvement of the education level of the labor force had an effect on the growth of agricultural technology efficiency and total factor productivity. The increase in the level of mechanization was conducive to the growth of total factor productivity of agriculture in the Northeast area.

Keywords: agricultural productivity efficiency; data envelopment analysis; Malmquist index