

# 辽宁省农产品加工业全要素生产率分析

靖 飞<sup>1</sup> 俞立平<sup>2</sup> 潘新睿<sup>3</sup>(1.渤海大学 管理学院,辽宁 锦州 121013 2.中国科学技术信息研究所,北京 100038 3.罗切斯特大学,美国纽约 14627)

**摘要:**农产品加工业是农业的前向需求部门,是提高农产品附加值的重要途径。文章根据2003-2007年辽宁省统计年鉴数据,运用DEA方法结合Malmquist指数方法分析辽宁省农产品加工业全要素生产率变动情况。研究发现,辽宁省农产品加工业全要素生产率的增加主要得益于技术进步,其规模效率和规模报酬情况极不理想。辽宁省农产品加工业需要进一步提高管理水平,从而提高其产出效率。

**关键词:**技术效率;数据包络分析;Malmquist指数;农产品加工业

**中图分类号:**F327 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-8254(2010)01-0106-06

**收稿日期:**2009-09-16

**基金项目:**辽宁省社会科学规划基金办公室资助项目;辽宁农产品加工业暨农业产业化发展模式研究(项目编号:L08BJY017)

**作者简介:**靖飞(1973—),男,管理学博士,渤海大学管理学院讲师,中国社会科学院农村发展研究所博士后,从事农业经济问题研究;俞立平(1967—),男,博士,中国科学技术信息研究所博士后,扬州职业大学副教授,从事信息经济、科学计量领域的教学及科研工作;潘新睿(1990—),女,美国罗切斯特大学学生,从事财政金融研究。

农产品加工业是农业产业化的核心。发达国家的历史和中国农产品加工业发展所取得的成绩都证明,发展农产品加工业不仅能延长农业产业链、增加农产品附加值,而且能创造大量的非农就业机会,从而在多个层面推动农业增效和农民增收。近年来,发展农产品加工业受到国家的高度重视。农产品加工业是农业的前向需求部门,是提高农产品附加值的重要途径。发展农产品加工业已成为各级政府关注的焦点,已经发展成为中国国民经济的一支重要力量和新的增长点。

国内学者对农产品加工业的长期持续增长问题非常关注,而对增长可持续性的判断主要是基于对全要素生产率(TFP)的研究。有学者

指出,提高全要素生产率是中国未来经济增长的决定因素。<sup>[1]</sup>目前产业全要素生产率的研究已经取得了比较丰富的成果,在方法上主要集中在非参数数据包络分析的Malmquist指数方法。郭庆旺等(2005)估算了中国各省份1979-2003年间的全要素生产率增长、技术效率变化和技术进步。<sup>[2][3]</sup>也有学者使用同样的方法对中国农产品加工业及子行业进行了研究。张莉侠等(2006)对中国乳制品业的全要素生产率进行了分析;<sup>[4]</sup>赵燃等(2008)运用1999-2005年中国农产品加工业12个行业的面板数据,分析了中国农产品加工业发展过程中全要素生产率的变动状况。<sup>[5]</sup>杨兴龙、王凯(2008)运用玉米加工业的省际面板数据,分析中国玉米

加工业增长过程中全要素生产率 (TFP)的变动状况。<sup>6)</sup>李崇光、陈诗波 (2009)使用同样的方法对湖北省1996-2005年以来,农产品加工业的生产率 (TFP)增长、技术变动和技术效率进行了实证分析。<sup>7)</sup>

但是,从现有对农产品加工业技术效率、技术进步方面的研究来看,在产出指标上大多使用总产值或者销售收入来衡量,不能很好地反映农产品加工业增值能力。鉴于此,本文以产业增加值作为产出指标,对辽宁省农产品加工业全要素生产率变动情况进行研究。

## 一、研究方法

数据包络分析 (DEA)是一种测算具有相同类型投入和产出的若干系统或部门 (简称“决策单元”,DMU)相对效率的有效方法。其实质是根据一组关于输入输出的观察值,采用数学规划模型,来估计有效的生产前沿面,再将各DMU与此前沿面做比较,进而衡量其效率。凡是处在前沿面上的DMU,DEA认定其投入产出组合最有效率,将其效率指标定为1;不在前沿面上的DMU则被认定为无效率,同时以效率前沿面之有效点为基准,给予一个相对的效率指标 (大于0,小于1)。此外,DEA还可以判断各个DMU投入规模的适合程度,给出各DMU调整其投入规模的方向和程度。

传统的统计方法是从大量样本数据中分析出样本集合整体的一般情况,其本质是平均性;DEA则是从样本数据中分析出样本集合中处于相对有效的样本个体,其本质是最优性。DEA在测定若干个决策单元的相对效率时注重的是对每一个决策单元的投入产出进行优化,所得出的相对效率是其最大值,是最有利于该决策单元的相对效率。

规模报酬不变模型是Charnes,Cooper and Rhodes (1978)所提出的最基本的DEA模型,因此也称为“CCR模型”。<sup>8)</sup>为了对DMU的有效性进行较简单的判别,Charnes和Cooper引入了非阿基米德无穷小量的概念,以使用线性规划的单纯形方法求解模型,对决策单元进行一次性判别。

用规模报酬不变模型进行效率测评时,必须假定各决策单元是位于最佳生产规模,否则,所测的效率值中就包含规模效应的影响。为测算决策单元的纯技术效率 (简称为 $\theta_v$ )水平,

Banker,Charnes,Cooper (1984)提出了可变规模报酬 (BCC)模型。<sup>9)</sup>建立在可变规模报酬假设下生产可能集上的纯技术效率评价的模型 (加入松弛变量SA和SB及摄动量 $\varepsilon$ 后)为:

$$(D^V_\varepsilon) \begin{cases} \min[\theta_v - \varepsilon (e^T_1 SA + e^T_2 SB)] \\ s.t. \sum_{i=1}^n \lambda_i X_{it} + SA = \theta_c X_0 \\ \sum_{i=1}^n \lambda_i X_{it} - SB = Y_0 \\ \sum_{i=1}^n \lambda_i = 1 \\ \lambda_i \geq 0 \quad i=0, 1, 2, \dots, n. SA \geq 0, SB \geq 0 \end{cases} \quad (1)$$

则有:当该问题的解为 $\theta_v^*, \lambda^*, SA^*, SB^*$ 时,有如下结论:(1)若 $\theta_v^*=1$ ,且 $SA=SB=0$ ,则 $DMU_0$ 有效;(2)若 $\theta_v^*=1$ ,则 $DMU_0$ 弱有效;(3)若 $\theta_v^*<1$ ,则 $DMU_0$ 非有效。

如前所述,用规模报酬不变模型测算所得到的效率值,包含了规模效率 (简称为 $\theta_s$ )和纯技术效率两方面的内容。而可变规模报酬模型所考察的,是决策单元的纯技术效率水平。则技术效率 (简称为 $\theta_c$ )、纯技术效率和规模效率的关系为:

$$\theta_c = \theta_v \times \theta_s, \quad \theta_s = \frac{\theta_c}{\theta_v} \quad (2)$$

通过分别运行规模报酬不变 (CRS)、规模报酬可变 (VRS)的DEA模型得到技术效率和纯技术效率,用它们便可以推算规模效率的水平。当 $\theta_c = \theta_v$ 时,决策单元的规模效率为1,即生产处于最佳规模,否则,决策单元的规模效率有所损失。造成规模效率损失的也有两种原因,分别是规模过大和规模过小造成。如上推算的 $\theta_s < 1$ 时,并不能区分这两种情况。即无法判定生产是处于规模报酬递增、还是规模报酬递减阶段,这样就降低了规模效率分析的作用。为此,Coelli (1996)提出了非增规模报酬 (Non-increase Returns to Scale, NIRS)模型,即将约束条件“ $\sum_{i=1}^n \lambda_i = 1$ ”改为“ $\sum_{i=1}^n \lambda_i \leq 1$ ”,VRS模型就变成NIRS模型。<sup>10)</sup>

当决策单元处于规模无效 ( $\theta_s < 1$ )时,通过比较规模效率和非增规模效率 ( $\theta_n$ )就可判别生产所处的规模报酬阶段:(1) $\theta_s = \theta_n$ 时,生产处于规模报酬递减阶段;(2) $\theta_s \neq \theta_n$ 时,生产处于规模报酬递增阶段。

DEA方法测算出来的技术效率是衡量

DMU实际生产点到生产可能性边界的距离,不能反映生产率的变化,而Malmquist指数则解决了这个问题。该指数最初由Malmquist (1953)提出,<sup>[1]Caves et al. (1982)</sup><sup>[2]</sup>首先将该指数应用于生产率变化的测算,此后与Charnes et al.建立的DEA理论相结合,在生产率测算中应用得日益广泛。

以t时期技术T为参照,基于产出角度的Malmquist指数可以表示为:

$$M_0(x_{t+1}, y_{t+1}, x_t, y_t) = d_0^t(x_{t+1}, y_{t+1}) / d_0^t(x_t, y_t) \quad (3)$$

类似地,以t+1时期技术T<sub>t+1</sub>为参照,基于产出角度的Malmquist指数可以表示为:

$$M_0^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1}, x_t, y_t) = d_0^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1}) / d_0^{t+1}(x_t, y_t) \quad (4)$$

为避免时期选择的随意性可能导致的差异,仿照Fisher理想指数的构造方法,Caves et al.用(3)式和(4)式的几何平均值即(5)式,作为衡量从t时期到t+1时期生产率变化的Malmquist指数:

$$M_0(x_{t+1}, y_{t+1}, x_t, y_t) = \left[ \frac{d_0^t(x_{t+1}, y_{t+1})}{d_0^t(x_t, y_t)} \times \frac{d_0^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})}{d_0^{t+1}(x_t, y_t)} \right]^{1/2} \quad (5)$$

(5)式中, $(x_{t+1}, y_{t+1})$ 和 $(x_t, y_t)$ 分别表示t+1时期和t时期的投入和产出向量, $d_0^t$ 和 $d_0^{t+1}$ 分别表示以t时期技术T为参照,t时期和t+1时期的距离函数。该指数大于1时,表明从t时期到t+1时期全要素生产率是增长的。

根据上述处理所得到的Malmquist指数具有良好的性质,它可以分解为不变规模报酬假定下技术效率变化指数(efficiency change, Ech)和技术进步指数(technical change, Tch),其分解过程如下:

$$M_0(x_{t+1}, y_{t+1}, x_t, y_t) = \frac{d_0^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})}{d_0^t(x_t, y_t)} \left[ \frac{d_0^t(x_{t+1}, y_{t+1})}{d_0^{t+1}(x_t, y_t)} \times \frac{d_0^t(x_t, y_t)}{d_0^{t+1}(x_t, y_t)} \right]^{1/2} \quad (6)$$

其中,技术效率变化指数(Ech)还可进一步分解为纯技术效率指数(pure efficiency change, Pech)和规模效率指数(scale efficiency change, Sech)。即:

$$M_0(x_t, y_t, x_{t+1}, y_{t+1}) = TFPch = Tch \times Sech \times Pech = Tch \times Ech \quad (7)$$

即技术效率是纯技术效率与规模效率的乘积,全要素生产率是技术效率与技术进步的乘积。与单纯的截面数据DEA分析相比,

更为精确。

## 二、评价指标选择和说明

我国国民经济行业分类代码(GB/T4754-94)将我国农产品加工业分为12个行业:食品加工业、食品制造业、饮料制造业、烟草加工业、纺织业、服装及其他纤维制品制造、皮革毛皮羽绒及其制品业、木材加工及竹、藤、棕、草制品业、家具制造业、造纸及纸制品业、印刷业记录媒介的复制、橡胶制品业。本文重点以国有及规模以上非国有企业为例,研究辽宁省农产品加工业整体及子行业的全要素生产率。全部数据均来自于2005-2008年《辽宁统计年鉴》。

增加值是指工业企业在报告期内以货币形式表现的工业生产活动的最终成果;是工业企业全部生产活动的总成果扣除了在生产过程中消耗或转移的物质产品和劳务价值后的余额;是工业企业生产过程中新增加的价值。该指标可以反映工业企业的投入、产出和经济效益情况,为改善工业企业生产经营提供依据。基于此,本文选取国有及规模以上非国有企业增加值作为产出指标。

流动资产是指企业可以在一年内或者超过一年的一个营业周期内变现或者运用的资产,是企业资产负债表中必不可少的组成部分。流动资产在周转过渡中,从货币形态开始,依次改变其形态,最后又回到货币形态。流动资产有利于保证企业生产经营活动顺利进行,有利于提高企业流动资金的利用效果,有利于保持企业资产结构的流动性,提高偿债能力,维护企业信誉。固定资产属于产品生产过程中用来改变或者影响劳动对象的劳动资料,是固定资本的实物形态。固定资产在生产过程中可以长期发挥作用,长期保持原有的实物形态,但其价值则随着企业生产经营活动而逐渐地转移到产品成本中去,并构成产品价值的一个组成部分。这两者是企业资产主要组成部分。从投入构成要素来看,还应该劳动力人数,但是本研究考虑到农产品加工业各子行业区别很大,劳动力在其中发挥的作用有很大区别,真正影响企业产出效率的是流动资金和体现为生产设备等形式的固定资产。鉴于此,本研究选取流动资产合计、固定资产净值年平均余额作为衡量各行业投入的基本指标。

### 三、全要素生产率增长率分析

本文采用Tim Coelli的DEAP2.1软件从产出最大化角度,分析得出辽宁省农产品加工业全要素生产率的变动结果。

#### (一)全要素生产率的变化及其分解

表1是按年度分辽宁省国有及规模以上非国有食品工业全要素生产率指数及其分解情况。从表1可以看出,自2004年以来,辽宁省农

产品加工业全要素生产率一直为正,其平均增长率为19.8%,该指标的增长主要得益于技术进步,同期技术进步年均增长率达到37.0%(见表1)。但是其效率变化除了在2005年为正的以外,其余年份均为负值,平均为-12.5%。造成这种现象的主要原因是规模效率的降低,规模效率平均增长率为-10.0%。从最终结果来看,规模效率的降低并未抵消技术进步的水平提高的效果,全要素增长率始终在10%以上。

表1 按年度分农产品加工业生产率指数及其分解

年份	效率指数	技术进步指数	纯技术效率指数	规模效率指数	全要素生产率指数
2003-2004	0.797	1.411	0.997	0.799	1.124
2004-2005	1.282	1.019	1.005	1.275	1.305
2005-2006	0.859	1.374	0.931	0.923	1.181
2006-2007	0.668	1.782	0.958	0.697	1.190
平均值	0.875	1.370	0.972	0.900	1.198

资料来源 笔者使用2005-2008年《辽宁统计年鉴》相关数据整理计算。

为了对农产品加工业全要素生产有个更加全面的了解,本研究进一步分析了分行业全要素生产率指数及其分解情况(见表2)。各行业技术进步指数基本相当,最高的是服装及其他纤维制品制造的39.3%,最低的是皮革毛皮羽绒及其制品业的32.3%,对各行业全要素生产率的影响区别不大。影响各行业全要素生产率

的主要是规模效率,全行业平均增长率是-10%,最低的是饮料制造业,其年均增长率为-13.6%。规模效率反应的行业的管理水平,规模效率的降低,说明农产品加工业需要加强管理。相对于规模效率,纯技术效率下降幅度不大,年均下降2.8%,下降幅度最大的是橡胶制品业和饮料制造业,分别达到11.6%和11.2%。

表2 按行业分农产品加工业生产率指数及其分解

行业	效率指数	技术进步指数	纯技术效率指数	规模效率指数	全要素生产率指数
食品加工业	0.869	1.390	1.000	0.869	1.208
食品制造业	0.868	1.377	0.976	0.889	1.196
饮料制造业	0.767	1.377	0.888	0.864	1.057
烟草加工业	0.888	1.315	1.000	0.888	1.168
纺织业	0.833	1.377	0.934	0.892	1.147
服装及其他纤维制品制造	0.860	1.393	0.991	0.868	1.199
皮革毛皮羽绒及其制品业	1.000	1.323	1.000	1.000	1.323
木材加工及竹、藤、棕、草制品业	0.853	1.377	0.962	0.887	1.175
家具制造业	0.891	1.373	1.028	0.867	1.224
造纸及纸制品业	1.016	1.377	1.105	0.919	1.400
印刷业记录媒介的复制	0.890	1.377	0.918	0.970	1.226
橡胶制品业	0.795	1.377	0.884	0.899	1.095
平均值	0.875	1.370	0.972	0.900	1.198

(二)2007年技术效率的截面数据分析  
为了进一步分析辽宁省国有及规模以上非

国有农产品加工业规模收益情况,继续利用  
2007年数据进行DEA效率分析(见表3)。

表3 2007年辽宁省农产品加工业效率及其分解

行 业	技术效率	纯技术效率	规模效率	规模报酬
食品加工业	0.425	1.000	0.425	drs
食品制造业	0.367	0.638	0.576	drs
饮料制造业	0.338	0.623	0.542	drs
烟草加工业	0.621	1.000	0.621	irs
纺织业	0.256	0.508	0.504	drs
服装及其他纤维制品制造业	0.516	0.964	0.535	drs
皮革毛皮羽绒及其制品业	1.000	1.000	1.000	-
木材加工及竹、藤、棕、草制品业	0.432	0.713	0.606	drs
家具制造业	0.384	0.697	0.550	drs
造纸及纸制品业	0.300	0.468	0.640	drs
印刷业记录媒介的复制	0.301	0.344	0.876	drs
橡胶制品业	0.324	0.548	0.590	drs
平均值	0.439	0.709	0.622	

注:表中drs表示规模报酬递减,irs表示规模报酬递增。

从平均水平来看,2007年辽宁省农产品加工业的纯技术效率较高,为0.709,规模效率为0.622,导致技术效率不高,仅为0.439。

从纯技术效率看,食品加工业、烟草加工业和皮革毛皮羽绒及其制品业达到完全有效,其余均未达到完全有效,最低的是印刷业记录媒介的复制,仅为0.344。

从规模效率看,非常不理想,除了皮革毛皮羽绒及其制品业达到完全有效,其余均未达到完全有效,排在倒数三位的分别是食品加工业、纺织业、服装及其他纤维制品制造业,效率值分别为0.425、0.504和0.535。

从规模报酬来看,皮革毛皮羽绒及其制品业规模报酬不变,烟草加工业规模报酬递增,其

余10个行业均为规模报酬递减,需要减少规模才能提高效率,深层次反映了其管理上的问题。

### (三)2007年技术效率有效性调整分析

技术效率是由纯技术效率与规模效率的乘积得来,上文已经就规模效率分析了未达到规模效率行业的规模报酬情况。下面从产出和投入两方面分析未达到纯技术有效行业的DEA有效性调整情况(见表4)。从产出来看,输出不足最轻的是服装及其他纤维制品制造业,达到3.75%,其余均在40%以上,最严重的印刷业记录媒介的复制,达到190.73%。从投入资源利用率情况来看,除了服装及其他纤维制品制造业和家具制造业流动资产利用不足以外,其余均表现在固定资产的利用上面。

表4 2007年DEA纯技术效率未完全有效调整改进表

行 业	工业增加值增加%	流动资产减少%	固定资产减少%
食品制造业	56.78		26.69
饮料制造业	60.47		13.03
纺织业	96.77		6.21
服装及其他纤维制品制造业	3.75	3.07	
木材加工及竹、藤、棕、草制品业	40.35		18.18
家具制造业	43.37	15.64	
造纸及纸制品业	113.74		31.06
印刷业记录媒介的复制	190.73		33.40
橡胶制品业	82.48		19.15

数据来源 笔者根据DEA评价结果计算。

#### 四、结论与建议

基于DEA效率评价结果,笔者得到以下几点结论:第一,基于数据包络分析的Malmquist指数方法,2003-2007年辽宁省国有及规模以上非国有工业企业的全要素生产率的平均增长率为19.8%,其增长主要得益于技术进步,效率变化为负值,主要原因是规模效率的大幅降低。第二,各行业技术进步指数基本相当,但是全要素生产率区别比较明显。最高的造纸及纸制品业年均增长率达到40%,最低的饮料制造业仅为5.7%,影响各行业全要素生产率的主要是规模效率,全行业平均增长率是-10%,最低的是饮料制造业,其年均增长率为-13.6%。进一步分析各行业规模报酬情况,皮革毛皮羽绒及其制品业规模报酬不变,烟草加工业规模报酬递增,其余10个行业均为规模报酬递减,规模效率反应的行业的管理水平,规模效率的降低,说明农产品加工业需要加强管理。第三,投入资源利用改进的重点在固定资产上。除了服装及其他纤维制品制造业和家具制造业流动资产利用不足以外,其余均表现在固定资产的利用上面。

根据上述结论,改善辽宁省农产品加工业产出效率需要主要从改进规模效率入手。要通过加强和改进企业管理,不断提高企业固定资产的利用水平。

参考文献:

[1] 胡鞍钢.未来经济增长取决于全要素生产率提高[J].政策,2003(1):29-30.

[2] 郭庆旺,贾俊雪.中国全要素生产率的估算:1979-2004[J].经济研究,2005(6):46-53.

[3] 郭庆旺,赵志耘,贾俊雪.中国省份经济的全要素生产率分析[J].世界经济,2005(5):51-60.

[4] 张莉侠,刘荣茂,孟令杰.中国乳制品业全要素生产率变动分析——基于非参数Malmquist指数方法[J].中国农村观察,2006(6):2-8.

[5] 赵燃,骆乐,韩鹏.中国农产品加工业技术效率、技术进步与生产率增长[J].中国农村经济,2008(4):24-32.

[6] 杨兴龙,王凯.中国玉米加工业生产率增长、技术进步与效率变化——以4个玉米主产省为例[J].中国农村观察,2008(4):53-61.

[7] 李崇光,陈诗波.湖北省农产品加工业生产效率及其影响因素分析[J].科技进步与对策,2009(10):51-55.

[8] Charnes A, Cooper W W, Rhodes E. Measuring the efficiency of decision making units[J]. European Journal of Operational Research, 1978(2):429-444.

[9] Banker R.D., Charnes A. and Cooper W.W. Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis[J]. Management Science, 1984, 30(9):1078-1092.

[10] Coelli T.J. A Guide to DEAP Version 2.1: A Data Envelopment Analysis (Computer) Program, CEPA Working Paper 1996/8, Department of Econometrics, University of New England, Armidale NSW Australia.08

[11] Malmquist S. Index Numbers and Indifference Surfaces[J]. Trabajos de Estadística, 1953(4):209-242.

[12] Caves D.W., L.R. Christensen and W.E. Diewert. The Economic Theory of Index Numbers and the Measurement of Input, Output and Productivity[J]. Econometrics, 1982(50):1393-1414.