

# 中国食品工业技术效率和技术进步\*

## ——基于各地区主要农产品产量视角

靖 飞<sup>1</sup> 俞立平<sup>2</sup>

**内容提要:** 本文运用 2004~2007 年中国主要农产品产量和各地区食品工业相关数据, 运用基于非参数数据包络分析 (DEA) 方法结合曼奎斯特生产率指数, 从主要农产品产量视角, 分析了中国各地区食品工业的全要素生产率变动情况和 2007 年的技术效率、规模效率现状及其进一步改进的方向。研究表明: 从各地区农产品产量特征角度衡量的中国食品工业的 DEA 效率比较高, 但是这种高也仅是建立在国内地区间比较的结果, 在区域间, 存在明显的东部和中西部差距, 在不同农产品上, 奶类、蔬菜等“菜篮子”产品加工利用效率高, 粮油等大众农产品加工利用效率有待提高。

**关键词:** 技术效率 技术进步 Malmquist 指数 食品工业

### 一、引言

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下游部门, 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 (胡鞍钢, 2003)。目前, 国内学者对中国农产品加工业效率的评价主要针对其全要素生产率的变动, 具体研究方法上主要包括两种: 一种是数据包络分析方法, 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, 以从业人数和固定资产净值年平均余额作为投入指标, 以产品销售收入作为产出指标, 采用基于非参数数据包络分析的曼奎斯特生产率指数方法, 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; 杨兴龙、王凯 (2008) 运用中国 4 个玉米主产省玉米加工业的省际面板数据, 采用流动资产年均余额、固定资产净值年平均余额和从业人数作为投入指标, 以工业总产值为产出指标, 分析中国玉米加工业增长过程中全要素生产率的变动状况; 李崇光、陈诗波 (2009) 使用同样的方法和投入产出指标, 对湖北省 1996-2005 年以来农产品加工业的生产率增长、技术变动和技术效率进行了实证分析。另一种是 Cobb- Douglas 生产函数 (C-D

\*本文是辽宁省社会科学规划基金项目“辽宁农产品加工业暨农业产业化发展模式研究”(编号: L08BJY017) 的成果之一。

生产函数)方法,贾美芹、谢蕾蕾(2009)运用1999-2006年国家统计局工交所进行的规模以上企业调查数据中食品制造业的企业汇总数据,利用C-D生产函数来测算中国食品制造业的全要素生产率变动情况。

从现有测算农产品加工业技术效率、技术进步变动情况方面的研究来看,基于非参数数据包络分析结合曼奎斯特指数方法的应用越来越普遍。在投入指标选择上也大多是基于企业特质,主要使用企业资产水平、企业劳动力投入等衡量指标,忽略了农产品加工业与农业之间特殊的关联关系,另外,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,本文尝试增加各地区主要农产品产量指标,作为投入指标,以产业增加值作为产出指标,对中国各地区食品工业2004~2007年的技术效率、技术进步情况进行分析。

## 二、方法、变量与数据

### (一) 研究方法

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,来估计有效生产的前沿面,再将各DMU与此前沿做比较,进而衡量效率。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的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DEA模型,因此也成称为CCR模型。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。在可变规模报酬的假设下,生产可能集 $T_v$ 为:

$$T_v = \left\{ (X, Y) : X \geq \sum_{i=1}^n \lambda_i X_i, Y \leq \sum_{i=1}^n \lambda_i Y_i, \sum_{i=1}^n \lambda_i = 1, \lambda_i \geq 0, 1 \leq i \leq n \right\} \quad (1)$$

建立在 $T_v$ 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:

$$\left( D_{\varepsilon}^V \right) \begin{cases} \min [\theta_v - \varepsilon (e_1^T SA + e_2^T SB)] \\ s.t. \sum_{i=1}^n \lambda_i X_i + SA = \theta_c X_0 \\ \sum_{i=1}^n \lambda_i Y_i - SB = Y_0 \\ \sum_{i=1}^n \lambda_i = 1 \\ \lambda_i \geq 0, i = 0, 1, 2, \dots, n. SA \geq 0, SB \geq 0 \end{cases} \quad (2)$$

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，用不变规模报酬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：

$$\theta_c = \theta_v \times \theta_s, \quad \theta_s = \frac{\theta_c}{\theta_v} \quad (3)$$

通过分别运行 CRS、VRS 的 DEA 模型得到  $\theta_c$  和  $\theta_v$ ，用他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 NIRS (Non-increase Returns to Scale) 模型，即将 VRS 模型约束条件  $\sum_{i=1}^n \lambda_i = 1$  改为  $\sum_{i=1}^n \lambda_i \leq 1$  就变成 NIRS 模型。

当决策单元处于规模无效 ( $\theta_s < 1$ ) 时，通过比较  $\theta_s$  和  $\theta_n$  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，Malmquist 指数解决了这个问题。该指数最初由 Malmquist (1953) 提出，Caves et al. (1982)

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，在生产率测算中的应用日益广泛。

以 t 时期技术  $T^t$  为参照，基于产出角度的 Malmquist 指数可以表示为：

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

类似地，以 t+1 时期技术  $T^{t+1}$  为参照，基于产出角度的 Malmquist 指数可以表示为：

$$M_0^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1}, x_t, y_t) = d_0^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1}) / d_0^{t+1}(x_t, y_t) \quad (5)$$

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.用式 (4) 和式 (5) 的几何平均值即 (6) 式，作为衡量从 t 时期到 t+1 时期生产率变化的 Malmquist 指数。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。

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

式(6)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 $T^t$ 为参照，时期t和时期(t+1)的距离函数。

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：

$$M_0(x_{t+1}, y_{t+1}, x_t, y_t) = \frac{D_0^t(x_{t+1}, y_{t+1})}{D_0^t(x_t, y_t)} \left[ \frac{D_0^t(x_{t+1}, y_{t+1})}{D_0^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1}|C)} \times \frac{D_0^t(x_t, y_t)}{D_0^{t+1}(x_t, y_t)} \right]^{1/2} \quad (7)$$

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：

$$Ech = \frac{d_0^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})}{d_0^t(x_t, y_t)} = \frac{SE_0^{t+1}(X_{t+1}, Y_{t+1})}{SE_0^t(X_t, Y_t)} \times \frac{d_0^{t+1}(X_{t+1}, Y_{t+1}|V)}{d_0^t(X_t, Y_t|V)} \quad (8)$$

从而：

$$M_0(X_t, Y_t, X_{t+1}, Y_{t+1}) = TFPch = Tch \times Sech \times Pech = Tch \times Ech \quad (9)$$

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，Malmquist 指数分析将技术进步因素剥离，结果更为精确。

## (二) 变量选取

中国国民经济行业分类代码 (GB/T4754-94)，将中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。在这 12 个子行业中，与农产品关系最为密切的是食品加工业、食品制造业和饮

料制造业 3 个子行业，本文统称为食品工业，所使用数据均为这三个子行业国有及规模以上非国有工业企业的汇总数据。

农业产出中投入食品工业的份额越来越多，农业更加依赖于食品工业对农产品的加工增值（王图展、周应恒，2006）。基于此，本文除了选取流动资产年均余额、固定资产净值年均额和从业人数作为投入指标外，还增加粮食、油料、蔬菜、水果、肉类、奶类、禽蛋和水产品产量指标作为投入指标，选择产业增加值作为产出指标。

### （三）数据来源

本文中各地区粮食、油料、水果、肉类、奶类、禽蛋、水产品等主要农产品产量数据来源于《中国统计年鉴》（2005~2008 年历年），食品工业的相关数据来源于各地区 2005~2008 年历年统计年鉴，由于部分省区统计年鉴没有相关数据，本研究不包括上海、海南、甘肃、西藏、四川、贵州等 7 省区。其变量的统计量摘要见表 1。

表 1 变量统计量摘要

变量名	变量意义	均值	标准差	最小值	最大值
$Y_t$	食品工业增加值（亿元）	813.79	969.80	19.21	4889.85
$X_1$	粮食总产量（万吨）	6946.60	4880.03	376.21	19097.22
$X_2$	油料总产量（万吨）	411.81	476.54	4.51	1822.32
$X_3$	蔬菜种植面积（千公顷）	2466.53	2364.96	11.07	10079.93
$X_4$	水果总产量（万吨）	2485.32	1982.78	108.71	7260.72
$X_5$	肉类总产量（万吨）	1040.31	743.37	100.06	2835.34
$X_6$	奶类总产量（万吨）	459.19	695.50	23.46	2986.22
$X_7$	禽蛋总产量（万吨）	412.67	504.69	5.52	1753.44
$X_8$	水产品总产量（万吨）	751.48	923.03	0.59	2912.96
$X_9$	食品工业流动资产年均余额（亿元）	938.05	981.68	24.93	4721.56
$X_{10}$	食品工业固定资产净值年均余额（亿元）	670.35	630.26	28.37	3228.03
$X_{11}$	食品工业年均劳动力人数（万人）	67.33	73.94	2.14	367.57
样本个数		100			

## 三、效率评价结果分析

本文主要从农产品产量的角度研究考察食品工业效率，实际上是衡量在现有农产品产量基础上实现农产品加工增值的能力，因此，本文采用 Coelli 的 DEAP2.1 软件从产出最大化角度进行 DEA 分析。

### （一）全要素生产率的变化及其分解

根据表 2，可以发现：从平均水平来看，2007 年纯技术效率和规模效率比 2004 年有所进步，但进步不明显，分别为 1.015 和 1.030，导致技术效率指数达到 1.045。从技术进步看，2007 年比 2004 年上升明显，达到 1.162。在两者的共同作用下，全要素生产率指数为 1.214。从各地区的情况来看，除了湖北省全要素生产率下降以外，其他地区均呈上升态势。这与 2000 年以来国家各部委频繁出台扶持农产品加工业发展的政策紧密相关。

从各地区具体情况来看：纯技术效率反映了在一定的条件下的产出水平，纯技术效率低于 1 有河北、浙江、黑龙江、云南和新疆，除了浙江属于发达地区以外，其他地区均属于中西部地区，较高的有江苏、安徽、江西、陕西和辽宁 5 个省，其他地区均为 1；规模效率深层次反映了管理水平，规模效率小于 1 的有浙江、新疆和黑龙江，较高的有湖南、重庆、云南、江西、安徽，其他地区基本相当；从技术进步来看，除了湖北和江西小于外，其他地区均大于 1，天津、吉林、

辽宁和浙江技术进步指数年均增长达 25%以上；全要素生产率是技术进步与技术效率的乘积，综合反映了各地区食品工业技术、管理方面的综合水平，天津、吉林、重庆、辽宁和陕西的全要素生产率指数年均增长超过 30%以上。

表 2 2004~2007 年中国各地区食品工业 Malmquist 指数及其分解

序号	地区	技术效率指数 Ech	技术进步指数 Tch	纯技术效率指数 Pech	规模效率指数 Sech	全要素生产率指数 TFPch
1	北京	1.000	1.042	1.000	1.000	1.042
2	天津	1.000	1.441	1.000	1.000	1.441
3	河北	1.014	1.117	0.981	1.034	1.133
4	山西	1.004	1.230	1.000	1.004	1.235
5	内蒙古	1.000	1.240	1.000	1.000	1.240
6	辽宁	1.049	1.271	1.047	1.002	1.334
7	吉林	1.000	1.390	1.000	1.000	1.390
8	黑龙江	0.942	1.232	0.971	0.969	1.160
9	江苏	1.246	1.032	1.210	1.030	1.286
10	浙江	0.975	1.259	0.980	0.994	1.227
11	安徽	1.233	1.029	1.141	1.080	1.268
12	福建	1.000	1.241	1.000	1.000	1.241
13	江西	1.241	0.984	1.134	1.094	1.222
14	山东	1.000	1.199	1.000	1.000	1.199
15	河南	1.000	1.193	1.000	1.000	1.193
16	湖北	1.000	0.839	1.000	1.000	0.839
17	湖南	1.221	1.041	1.000	1.221	1.271
18	广东	1.000	1.195	1.000	1.000	1.195
19	广西	1.015	1.187	1.000	1.015	1.205
20	重庆	1.208	1.105	1.000	1.208	1.335
21	云南	1.045	1.075	0.930	1.123	1.123
22	陕西	1.067	1.231	1.052	1.014	1.314
23	青海	1.000	1.213	1.000	1.000	1.213
24	宁夏	1.008	1.193	1.000	1.008	1.203
25	新疆	0.952	1.245	0.961	0.991	1.185
	平均值	1.045	1.162	1.015	1.030	1.214

### (二) 2007 年技术效率的截面数据分析

2007 年中国食品工业纯技术效率平均值为 0.957，规模效率为 0.969，技术效率为 0.928，从总体上来看投入产出效率较高（见表 3）。由于效率是相对分析，是一般中选好、好中选优，也就是说是在现有的资源和制度环境下可能达到的结果。因此，现有的效率水平只能表明中国目前的实际水平。因为数据等方面的原因还无法与发达国家进行比较，并不能表明其是否达到最优水平。

在 25 个地区中有 17 个达到了完全有效，技术效率低于 1 的分别是江西、浙江、安徽、河北、黑龙江、云南、宁夏和新疆，除了浙江属于经济发达地区以外，其余地区均属于中西部地区。从纯技术效率看，有 6 个地区未达到完全有效，分别是浙江、黑龙江、安徽、河北、云南和新疆，纯技术效率最低的是新疆仅为 0.585；从规模效率看，有 8 个地区未达到完全有效，分别是河北、安徽、江西、云南、浙江、新疆、黑龙江和宁夏，规模效率最低的是宁夏，仅为 0.602。基于农产品产量角度衡量的中国食品工业投入产出效率的东、中、西部地区差距明显。从规模报酬看，除河北、黑龙江是规模报酬递减外，其他规模报酬未达到有效的地区均处于规模报酬递增阶段。

表 3 2007 年中国各地区食品工业技术效率及其分解

序号	地区	技术效率 $\theta_c$	纯技术效率 $\theta_v$	规模效率 $\theta_s$	规模报酬
1	北京	1.000	1.000	1.000	不变
2	天津	1.000	1.000	1.000	不变
3	河北	0.827	0.832	0.994	递减
4	山西	1.000	1.000	1.000	不变
5	内蒙古	1.000	1.000	1.000	不变
6	辽宁	1.000	1.000	1.000	不变
7	吉林	1.000	1.000	1.000	不变
8	黑龙江	0.803	0.911	0.881	递减
9	江苏	1.000	1.000	1.000	不变
10	浙江	0.889	0.941	0.945	递增
11	安徽	0.831	0.848	0.980	递增
12	福建	1.000	1.000	1.000	不变
13	江西	0.947	1.000	0.947	递增
14	山东	1.000	1.000	1.000	不变
15	河南	1.000	1.000	1.000	不变
16	湖北	1.000	1.000	1.000	不变
17	湖南	1.000	1.000	1.000	不变
18	广东	1.000	1.000	1.000	不变
19	广西	1.000	1.000	1.000	不变
20	重庆	1.000	1.000	1.000	不变
21	云南	0.762	0.806	0.946	递增
22	陕西	1.000	1.000	1.000	不变
23	青海	1.000	1.000	1.000	不变
24	宁夏	0.602	1.000	0.602	递增
25	新疆	0.544	0.585	0.930	递增
	平均	0.928	0.957	0.969	

表 4 给出了在维持现有产出最优的情况下，投入要素的节约程度，也就是需要提高利用率的方向。从企业资产水平和劳动力使用上来看，黑龙江和云南需要加强企业劳动力的合理使用，其他地区主要侧重于提高企业流动资产的利用效率；从提高农产品加工效率上来看，需要进一步提高粮食、蔬菜、水果和禽蛋的加工利用效率。除了黑龙江在奶类产品上需要大力提高利用效率以外，其他地区奶类和水产品加工利用效率均较高。

表 4 2007 年中国各地区食品工业纯技术效率未完全有效调整改进表

地区	浙江	黑龙江	安徽	河北	云南	新疆
粮食投入改进 (%)	18.52	53.42	26.62	15.35	74.17	25.72
油料投入改进 (%)	12.41	0.00	61.98	20.16	0.00	0.00
水果投入改进 (%)	27.16	46.83	30.56	64.57	59.81	83.67
蔬菜投入改进 (%)	21.28	39.04	0.00	49.30	82.03	47.90
肉类投入改进 (%)	0.00	0.00	0.00	24.65	75.79	41.74
奶类投入改进 (%)	0.00	88.71	0.00	0.00	0.00	0.00
禽蛋投入改进 (%)	15.70	27.15	35.31	76.95	0.00	14.07
水产品投入改进 (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
劳动力投入改进 (%)	0.00	88.71	1.99	0.00	30.22	0.00
流动资产投入改进 (%)	35.57	21.93	3.00	29.64	17.39	41.91
固定资产投入改进 (%)	28.02	8.17	5.46	0.00	0.00	20.75

## 四、结论与政策含义

基于上述分析结果，笔者提出如下几点讨论：

第一，在现有资源和制度环境下，从各地区农产品产量特征角度衡量的中国食品工业的全要素生产率指数比较高，得益于大幅增长的技术进步指数水平，纯技术效率指数和规模效率指数增长缓慢。因此，为了更好地发展中国食品工业，解决农产品“卖难”、农民增收等问题，仍需要不断提高食品工业的管理水平，提高产出能力。

第二，中国食品工业产出效率在东部和中西部地区间差距明显。未实现纯技术效率完全有效的6个省区中，东部发达地区仅有浙江省，其余均为中西部省份，并且效率水平差距也非常明显。因此，国家在今后要加大对中西部地区发展食品工业的资金和政策扶持力度，尽快缩小地区间的不平衡问题。

第三，不同农产品地区间利用效率差别明显。在全国范围内，水产品加工利用效率最高；其次是奶产品，除了黑龙江效率较低外，其他地区利用效率都比较理想；接下来是肉类、禽蛋等产品。这也说明近年来，中国各级政府部门“菜篮子”工程建设是富有成效的，在提高了产量的同时，加工利用的水平也在得到同步提高。而在粮食、蔬菜和水果等大宗农产品上利用效率改进的空间还较大。因此，今后国家要进一步加大对发展粮食、蔬菜和水果产品加工业的政策扶持力度。

### 参考文献

1. Banker, R.D., Charnes, A. and Cooper, W.W.: Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis, *Management Science*, No.9, 1984.
2. Caves, D.W., Christensen, L.R. and Diewert, W.E.: The Economic Theory of Index Numbers and the Measurement of Input, Output and Productivity, *Econometrics*, No.6, 1982.
3. Charnes A, Cooper W W, Rhodes E.: Measuring the efficiency of decision making units, *European Journal of Operational Research*, No.2, 1978.
4. Coelli, T.J.: A Guide to DEAP Version 2.1: A Data Envelopment Analysis (Computer) Program, CEPA Working Paper, No.8, 1996.
5. Malmquist, S.: Index Numbers and Indifference Surfaces, *Trabajos de Estadística*, No.4, 1953.
6. 胡鞍钢：《未来经济增长取决于全要素生产率提高》，《政策》2003年第1期。
7. 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》，《中国农村经济》2008年第4期。
8. 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》，《中国农村观察》2008年第4期。
9. 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》，《科技进步与对策》2009年第10期。
10. 贾美芹、谢蕾蕾：《中国食品制造业全要素生产率的测算——基于中国各省区面板数据的分析》，《统计与咨询》2009年第2期。
11. 王图展、周应恒：《中国食品工业和农业的产业关联分析》，《南京农业大学学报》2006年第3期。

(作者单位：<sup>1</sup> 渤海大学管理学院；

<sup>2</sup> 扬州职业大学)

(责任编辑：)