

# 基于 Malmquist 指数分析的浙江农业资源利用效率动态变化(1994—2010 年)

张忠明, 周立军, 宋明顺

(中国计量学院 经济与管理学院, 浙江 杭州 310018)

**【摘要】** 采用 1994—2010 年浙江省东北 6 个地级市和西南 5 个地级市的农业资源面板数据, 运用 DEA 分析法中的 Malmquist 指数, 实证研究了浙江农业资源利用效率及其增长状况。结果表明:1994—2010 年浙江农业资源全要素生产率平均增长 5.08%, 技术进步增长 5.14%, 技术效率增长-0.04%, 技术进步成为推动浙江农业资源 TFP 增长的主要因素, 但技术效率下降也产生了负面影响。由于技术进步和技术效率水平的不同, 使得省内各区域的农业资源利用效率存在显著差异。总体上, 浙江东北地区的农业资源利用效率高于浙江西南地区。

**【关键词】** 浙江; 农业资源; 利用效率; Malmquist 指数

**【中图分类号】** F329.9

**【文献标识码】** A

**【文章编号】** 1004—1524(2011)06—1237—06

浙江省在经济上是强省, 但在农业资源上却是一个十分匮乏的省份, “七山二水一分田”是浙江农业资源的真实写照。近年来, 随着浙江经济的迅速发展, 农业资源总量呈现不断下降的格局, 人口、资源、生态、环境、粮食的矛盾日益尖锐。为了缓解这一矛盾的加剧, 除了要遏制农业资源迅速减少的趋势外, 还应大力提高农业资源的利用效率, 充分发挥现有农业资源优势, 因地制宜进行区域开发<sup>[1]</sup>。本研究旨在运用反映效率内涵的 DEA(数据包络分析)方法中的 Malmquist 指数对浙江农业资源利用效率进行动态统计分析, 初步掌握浙江农业资源 1994 年以来的利用状况, 从而为浙江农业产业升级, 推动农业资源高效利用提供合理的决策依据。

## 1 研究方法的确立

Malmquist 指数最初于 1953 由曼奎斯特提出<sup>[2]</sup>, Caves、Christensen 和 Diewert(1982)首先将该指数应用于生产率变化的测算<sup>[3]</sup>。该方法不仅可度量生产率 TFP 的逐期动态变化, 而且可将这一变化进一步分解为技术进步、纯技术效率和规模效率变动<sup>[4]</sup>。在数据方面, 该方法仅需投入和产出数量值, 从而更适应浙江农业生产要素和产品价格数据不全、价格信号失真的实际情况<sup>[5]</sup>。

用  $(X_s, Y_s)$  和  $(X_t, Y_t)$  分别表示浙江  $s, t$  时期的农业资源投入产出向量, 用  $D_{so}(X_s, Y_s)$  表示  $s$  时期产出距离函数, 用  $D^o(X_t, Y_t)$  表示以  $s$  时期技术为参照的,  $t$  时期产出距离函数。在此基础上, 产出角度的曼奎斯特生产率指数为:

收稿日期:2011—09—28

基金项目:浙江省自然科学基金项目(Y6090328); 教育部人文社科研究项目(10YJC790389); 浙江省哲学社会科学规划重点项目(11YD04Z); 国家软科学研究计划项目(2009GXQ6D163); 国家重大科技专项子项目(2008ZX071010061002); 杭州市科技局软科学重点项目(20110934M17)

作者简介:张忠明(1978—), 男, 吉林蛟河人, 博士, 副教授, 研究方向为区域经济与农业可持续发展。E-mail: zzm1618\_h@163.com; Tel: 13867405126

$$M_o^s(X_s, Y_s, X_t, Y_t) = \frac{D_o^s(X_t, Y_t)}{D_o^s(X_s, Y_s)}$$

可将上式进一步分解为:

$$\begin{aligned} M_o^s(X_s, Y_s, X_t, Y_t) &= \left( \frac{D_o^s(X_t, Y_t)}{D_o^s(X_s, Y_s)} \times \frac{D_o^t(X_t, Y_t)}{D_o^t(X_s, Y_s)} \right)^{\frac{1}{2}} \\ &= \frac{D_o^t(X_t, Y_t)}{D_o^t(X_s, Y_s)} \times \left( \frac{D_o^s(X_t, Y_t)}{D_o^t(X_t, Y_t)} \times \frac{D_o^s(X_s, Y_s)}{D_o^t(X_s, Y_s)} \right)^{\frac{1}{2}} \\ &= \text{Ech} \times \text{Tch} \end{aligned}$$

其中

$$\begin{aligned} \text{Ech} &= \frac{(\text{纯技术效率} \times \text{规模效率})_t}{(\text{纯技术效率} \times \text{规模效率})_s} \\ &= \frac{(\text{纯技术效率})_t}{(\text{纯技术效率})_s} \times \frac{(\text{规模效率})_t}{(\text{规模效率})_s} \\ &= \text{TEch} \times \text{SEch} \end{aligned}$$

因此, 全要素生产率变化(TFPch), 可分解为技术进步(Tch)、纯技术效率变化(TEch)和规模效率变化(SEch)3个部分, 即: TFPch=Tch×TEch×SEch。其中全要素生产率(TFP)反映了资源开发利用的效率, 而全要素生产率变化则反映了 TFP 在一定时间内变化的程度; 技术进步表示技术革新和改进的程度; 技术效率表示的是既定投入下的产出最大化或产出既定下的投入最小化, 主要来衡量资源利用是否存在浪费; 纯技术效率衡量的是技术无效率在多大程度上是由纯粹的技术原因造成的; 规模效率反应的是决策单元生产经营规模是否处于最佳状态, 表现为规模报酬递增、不变、递减。

本研究把浙江每个地级市作为一个决策单元<sup>[6]</sup>, 运用 Malmquist 指数分析 1994—2010 年间浙江农业资源利用效率的变化情况。

## 2 指标的选取

考虑到数据的可获得性及分析可行性, 论文选取浙江东北地区杭州、宁波、嘉兴、湖州、绍兴、舟山 6 个地级市和西南地区温州、金华、衢州、台州、丽水 5 个地级市的农业生产资源作为考察对象, 采用 1994—2010 年的时间序列加截面数据进行分析。其中, 产出指标为各地级市的农、林、牧、渔业产值。投入指标在充分考虑农业生产过程投入资源相对重要性基础上, 选

取土地资源、水资源、经济资源和社会资源作为主要变量。土地资源投入用农作物播种面积来反映;水资源投入用农田有效灌溉面积来反映;经济资源投入主要包括农村用电量、机耕面积、农用柴油使用量、农用化肥施用量、农药施用量和农用塑料薄膜使用量来反映;社会资源投入采用农村从事的农、林、牧、渔业的劳动力数量来反映。

### 3 浙江农业资源利用效率实证分析

为了研究浙江农业资源利用效率的动态变化状况,文中运用 Coelli 小组开发的专用软件 DEAP(Version2.1)来计量 Malmquist 指数,并根据上面对 Malmquist 指数的分解,进一步得出 1994—2010 年浙江省及各个区域农业资源利用的技术效率、规模效率、技术进步以及全要素生产率(TFP),计量结果如表 1、表 2 所示。

表 1 浙江农业资源利用效率 Malmquist 指数的计算及分解(1994—2010 年)

Table 1 Calculation and decomposition of agricultural resources utilization efficiency with Malmquist index in Zhejiang Province (1994—2010)

年份	技术效率 (Ech)	技术效率增长率	纯技术效率 (Tech)	规模效率 (Sech)	规模报酬	技术进步效率 (Teh)	技术进步效率增长率	全要素生产率 (TFPeh)	TFP 增长率
1995/1994	1.004	0.004	0.983	1.022	递减	1.135	0.135	1.140	0.140
1996/1995	1.022	0.022	1.020	1.001	递减	1.014	0.014	1.036	0.036
1997/1996	1.008	0.008	1.007	1.000	不变	0.981	-0.019	0.988	-0.012
1998/1997	1.000	0.000	1.000	1.000	不变	0.916	-0.084	0.916	-0.084
1999/1998	0.995	-0.005	0.999	0.996	递增	1.081	0.081	1.075	0.075
2000/1999	0.997	-0.003	0.994	1.003	递减	1.060	0.060	1.056	0.056
2001/2000	1.000	0.000	0.999	1.001	递减	0.860	-0.140	0.860	-0.140
2002/2001	0.996	-0.004	1.000	0.996	递增	1.139	0.139	1.134	0.134
2003/2002	1.003	0.003	0.999	1.004	递减	1.136	0.136	1.139	0.139
2004/2003	0.986	-0.014	0.995	0.991	递增	1.007	0.007	0.993	-0.007
2005/2004	0.999	-0.001	1.000	0.999	递增	1.014	0.014	1.013	0.013
2006/2005	0.992	-0.008	0.997	0.995	递增	1.089	0.089	1.080	0.080
2007/2006	0.998	-0.002	0.998	1.000	不变	1.061	0.061	1.059	0.059
2008/2007	0.994	-0.006	0.995	0.999	递增	1.112	0.112	1.105	0.105
2009/2008	0.991	-0.009	0.993	0.998	递增	1.065	0.065	1.056	0.056
2010/2009	1.009	0.009	1.005	1.003	递减	1.153	0.153	1.163	0.163
平均	0.9996	-0.0004	0.9990	1.001	—	1.0514	0.0514	1.0508	0.0508

#### 3.1 浙江农业资源利用 TFP、技术进步与技术效率变化分析

浙江农业资源的 TFP 在 1994—2010 年,总体实现了正增长,平均增长率为 5.08%,实现这一增长的主要原因是浙江技术进步效率有所上升,17 年净增长 5.14%,但纯技术效率下降了 0.1%。虽然 TFP 保持了正增长,但在这段时间浙江农业资源的增长并不是稳定的,而是呈现出明显的“”状波动。TFP 增长最快的是 2009—2010 年,增长率达 16.3%,增长最小的是 2000 至 2001 年间,TFP 呈现了负增长,增长率为-14%。从图 1 可以看到,浙江农业资源 TFP 的增长主要依靠技术进步,在技术进步增长较

快时，全要素生产率也出现相应地快速增长，技术效率的增长幅度比较小，对 TFP 的影响没有技术进步变化影响显著。从 TFP 增长变化规律来观察，大致可分为以下 3 个阶段。

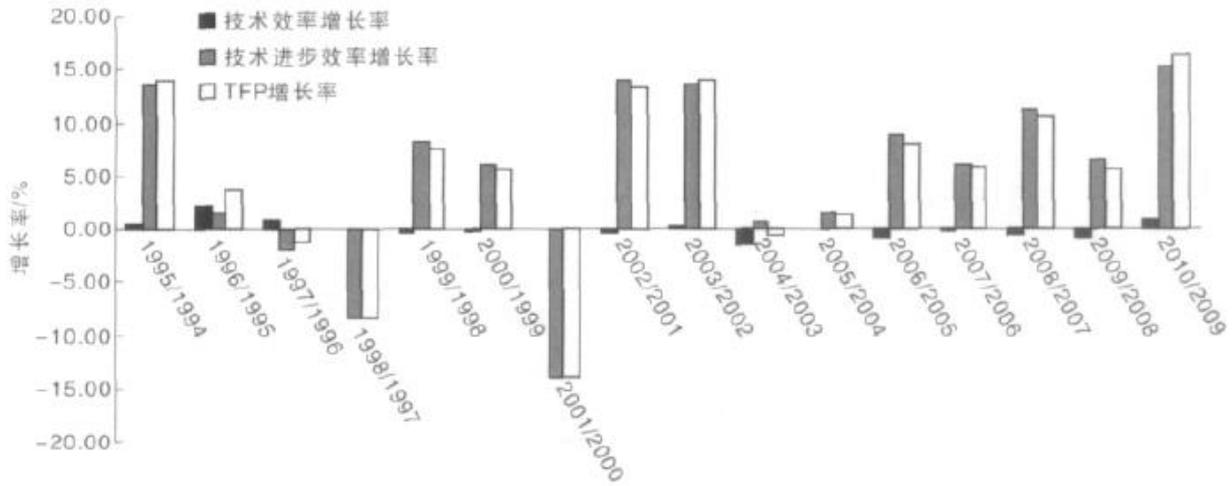


图 1 浙江农业资源利用效率增长状况

Fig. 1 The growth situation of agricultural resources utilization efficiency in Zhejiang Province

表 2 浙江各地级市农业资源利用效率 Malmquist 指数的计算及分解 (1994—2010 年)

Table 2 Calculation and decomposition of agricultural resources utilization efficiency with Malmquist index in every prefecture-level city in Zhejiang Province (1994—2010)

地区(市)	技术效率 (Ech)	技术进步效率 (Tech)	纯技术效率 (Pech)	规模效率 (SEch)	规模报酬	全要素生产率 (TFPch)	TFPch 排名
浙东北							
杭州	1.000	1.071	1.000	1.000	不变	1.071	4
宁波	1.001	1.089	1.000	1.001	递减	1.090	1
嘉兴	1.000	1.083	1.000	1.000	不变	1.083	3
湖州	1.000	1.087	1.000	1.000	不变	1.087	2
绍兴	1.000	1.058	1.000	1.000	不变	1.058	5
舟山	1.000	1.020	1.000	1.000	不变	1.020	8
平均	1.000	1.068	1.000	1.000	—	1.068	—
浙西南							
温州	1.003	1.017	0.995	1.009	递减	1.020	8
金华	0.990	1.021	0.995	0.996	递增	1.011	10
衢州	1.002	1.045	1.000	1.002	递减	1.047	6
台州	0.998	1.020	1.000	0.998	递增	1.018	9
丽水	1.000	1.024	1.000	1.000	不变	1.024	7
平均	0.998	1.025	0.998	1.001	—	1.024	—
全省平均	0.9996	1.0514	0.9990	1.0005	—	1.0508	—

### 3. 1.1 浙江农业资源 TFP 逐年下滑时期(1995—1998 年)

从该阶段历年的变化趋势观察，TFP 呈现逐渐下滑的格局，1995 年浙江农业资源的 TFP 增长达到 14%，而到了 1998 年则降为-8.4%，年均下降幅度达 7.467%，造成 TFP 下降的主要原因是这一时期技术进步增长出现大幅下滑，年均降幅达 7.3%，其次

是技术效率增长的小幅下滑, 年均下降幅度仅为 0.133%。在技术效率中, 纯技术效率下降幅度并不大, 主要是由于规模效率的下降, 年均降幅为 0.733%。在这一期间, 虽然浙江农业资源 TFP 增长表现下降趋势, 但在总体年均则实现了正增长, 增长率为 2%, 技术进步年均增长率 1.15%, 技术效率年均增长率 0.85%, 显然这段时期 TFP 的增长主要还是依靠技术进步, 尽管技术进步增幅放缓。另外这段时期技术效率整体水平还是相对较高的, 年均为 1.0085, 反映了此时浙江农业资源配置比较合理, 不存在严重资源浪费现象。从浙江农业资源利用的纯技术效率来看, 1995—1998 年平均为 1.0025, 表明该时期的浙江农业资源利用技术水平比较高, 这在一定程度上提高了农业资源的利用效率。进一步从规模效率分析, 1994—1998 年的规模效率平均为 1.00575, 规模报酬为递减, 由此可见这段时期农业资源投入的规模偏大, 应该适当缩小规模。

### 3. 1.2 浙江农业资源 TFP 由快速增长(1999—2001)到急速下滑时期(2002—2004 年)

在 1999—2001 年和 2002—2004 年这 2 个时间段, 浙江农业资源 TFP 均经历了前 2 年的快速增长和第 3 年急速下滑的局面。从图 1 我们可以看到, 在第一阶段的前 2 年, 全要素生产率分别保持了 7.5%和 5.6%较高速增长, 有如此良好的表现关键是技术进步起到了功不可没的作用, 1999、2000 年的技术进步效率的增长速度甚至超过了 TFP 的增长速度, 分别达到 8.1%和 6%。这两年的农业资源技术效率虽然有所下滑, 但对 TFP 影响并不大, 其中 1999 年的纯技术效率为 0.999, 规模效率为 0.996。2000 年的纯技术效率并没有太大的改观, 依然保持在 0.999 的水平, 但规模效率略有提升, 上涨了 0.5%。然而好景不长, 2001 年浙江 TFP 则出现急转直下局面, 降幅高达 19.6%, 这一年的增长率为-14%, 造成该结果的一个主要原因是该年全省进行了大规模的产业结构调整 and 产业升级, 广大农民从事农业的积极性有所下降, 限制了其对农业生产的投资和农业新技术的采用, 进而导致农业资源 TFP 的大幅下滑。

2002—2004 年农业资源 TFP 的变化规律与 1999—2001 年基本相同, 2002 与 2003 年的 TFP 增长速度分别为 13.4%, 13.9%, 其中技术进步的增长速度对全要素生产率的增长起到了主要贡献, 所不同的是 2002 的技术效率增长为-0.4%, 纯技术效率为 1, 规模效率为 0.996, 这说明该年的农业资源投入规模偏小, 从而对 TFP 起到了向下的拉动作用; 2003 年的技术效率增长为 0.3%, 其中纯技术效率为 0.999, 规模效率为 1.004, 这表明该年的农业资源的利用效率有所下降, 而规模效率则改变了上一年的状况, 反而出现规模报酬递减的现象。2004 年浙江农业资源的 TFP、技术效率以及技术进步增长均出现大幅下滑, 其中只有技术进步保持了 0.7%的正增长, 而 TFP 和技术效率增长均为负, 分别为-0.7%, -1.4%, 在技术效率中, 纯技术效率为 0.995, 规模效率为 0.991。

### 3. 1.3 浙江农业资源 TFP 的稳步增长时期(2005—2010 年)

这一时期浙江农业资源利用效率、技术进步效率和全要素生产率增长与前一期相比有所提高, 尽管各年间增长率变化有所波动, 但总体比较稳定。农业资源的 TFP 年均增长率为 9.575%, 技术进步年均增长率为 9.775%, 技术效率年均增长为-0.2%。纯技术效率年平均为 0.9975, 规模效率年平均为 1, 在 2005—2006 年, 2007—2008 年, 2008—2009 年间规模报酬均表现为递增, 2009—2010 年为递减; 2006—2007 年规模报酬为 1, 表明农业资源投入达到了规模的最佳状态, 处于不变规模报酬阶段, 应保持当前的规模水平。这一时期农业资源的 TFP 的增长是与农业和农村经济发展进入新阶段之后中央和省政府实施的一系列体制和政策调整有关的, 如改善农村水利设施条件、减轻农民负担的政策、实行财政支农政策和惠农的金融服务等。

## 3. 2 浙江各地级市农业资源利用 TFP、技术进步和技术效率变化分析

从 20 世纪 90 年代初开始, 随着农村市场经济的发展以及消费需求的增加, 浙江农业资源的全要素生产率增长达到了 5.08%, 其中, 增长最快的宁波, 其农业资源 TFP 平均增长率达到 9%, 其次是湖州为 8.7%, 嘉兴第三, 为 8.3%, 接下来依次杭州为 7.1%, 绍兴为 5.8%, 衢州为 4.7%, 丽水为 2.4%, 舟山和温州并列第八为 2%, 台州为 1.8%, 最后是金华为 1.1%(表 2)。

从分区的结果来看, 1994—2010 年间, 浙东北地区的 TFP 比浙西南地区的 TFP 增长相对较快, 浙东北 TFP 增长率为 6.8%, 浙西

南为 2.4%，并且浙东北区域的 TFP 高于全省的平均水平，而浙西南则低于全省的平均水平。造成该种现象主要原因在于浙东北地区的经济发展水平远高于浙西南，促使浙东北在技术投入上要大于浙西南。从表 2 我们可以观察到，浙东北地区除了舟山外，其他各地级市的 TFP 和技术进步增长率均高于全省的平均水平。而对于浙西南地区各地级市则均低于全省的平均水平。从技术效率角度来分析，各地级市的全要素生产率主要靠技术进步推动，技术效率对 TFP 的作用则非常小。对于纯技术效率而言，浙东北各个区域均为 1，高于全省的平均水平，说明浙东北地区的资源利用效率比较高；而浙西南的温州和金华的纯技术效率比较低，均为 0.995，表明这两个区域的农业资源利用效率有些偏低，其他三个区域的纯技术效率则均为 1。

在投入农业资源的规模效率上，在浙东北区域，只有宁波略高，为 1.001，规模报酬表现为递减，其他地区的规模效率均为 1，从而说明这些区域农业资源在规模配置上达到了最佳水平。对于浙西南，只有金华和台州的规模效率小于 1，分别为 0.996 和 0.998，继续扩大农业资源的投入量，可促使其农业产值的增加；温州和衢州规模效率略高于 1，规模报酬表现为递减，这 2 个区域应适当缩小农业资源生产投入规模。

上述各地区之间 TFP 的差异主要是由于各地自然资源条件、经济水平的不同，尤其是在农业生产科技投入、推广上的差异。在浙东北区域，自然环境、交通地理条件和经济水平等方面要比浙西南优越得多，这为提高农业资源的利用效率和农业技术的投入、交流、推广提供了便利。而浙西南的技术水平仅为 1.025，各个区域的技术进步水平不高影响了整体水平的提升。

## 4 结论与讨论

本项研究运用 DEA 的 Malmquist 生产率指数分析法对浙江省 1994—2010 年的农业资源的利用效率状况、增长与构成进行了实证研究，通过分析得出主要结论如下：

### 4.1 浙江农业资源全要素生产率增长随时间推移大致呈“∞”状波动

伴随着浙江农业制的改革、生产结构调整和市场化进程，浙江农业资源利用的全要素生产率增长呈现出“∞”状波动，1995—1998 年浙江农业资源 TFP 表现为逐渐下降时期，年均降幅达 7.467%。1999—2001、2002—2004 年浙江农业资源 TFP 经历了由快速增长到急速下滑 2 个时期，尤其是在 2001 和 2004 年，均出现了大幅负增长的格局。2005—2010 年 TFP 处于一个稳步恢复性增长状况。TFP 增长率的波动特征与浙江农业发展阶段的变化是相吻合的。近几年浙江农业块状产业带的形成及农业转型升级的推动，在一定程度上促进了 TFP 的大幅增长。

### 4.2 技术进步构成了推进浙江农业资源利用效率增长的主要因素

从构成上看，技术进步是构成推进浙江农业资源全要素生产率增长的主要原因，而技术效率的低增长却减缓了 TFP 的增长，技术效率的低增长主要受纯技术效率和规模效率两方面的影响。浙江农业资源纯技术效率和规模效率损失并存的现象表明，浙江农业资源配置并没有达到最优，规模也存在不合理的状况，技术的推广和扩散还不是很成功。今后浙江农业资源的利用不仅要大力推动生产技术的创新，更为重要的是要加强对现有技术的推广和扩散，优化资源配置，合理规划生产规模，从而提高浙江农业资源的利用效率。

### 4.3 浙江东北区域农业资源利用效率高于浙江西南地区

从各地级市的情况看，浙东北地区的农业资源全要素生产率增长要比浙西南地区快得多，支持 TFP 增长的主要因素是农业资源利用的技术进步水平的提高。杭州、宁波、嘉兴、湖州、绍兴和舟山的整体资源利用效率较高。浙西南绝大多数地区呈现出农业资源利用纯技术效率或规模效率损失的现象，部分地级市生产规模不够合理，资源没有达到优化配置。

---

#### 4. 4 全省需进一步开发推广高效节能农业生产技术, 提高农业资源利用效率

从农业资源利用本身的技术水平而言, 一些地方由于历年来对农业生产技术重视不足, 以及制约农业资源利用的关键性技术难以突破, 使其对农业资源的利用效率产生较大影响, 如浙西南的在金华、台州某些地区, 农业资源利用技术相对落后的现象比较突出, 新技术和信息传播往往较浙东北地区缓慢, 因此, 在浙西南这些地区应主要致力于高效节能技术的普及与推广。而对于经济发达、资金雄厚的浙东北地区在推广高效节能技术的同时, 还应积极致力于新技术、新能源的开发如资源节约型技术、环境友好型技术。只有在技术应用和开发的不断突破, 才能促进浙江农业资源利用效率不断提高, 实现全省农业高效持续的发展。

#### 参考文献:

- [1] 周春华, 卫新, 王美青, 等. 浙江省农业资源可持续利用评价 [J]. 浙江农业科学, 2009, ( 4 ) : 641 — 644.
- [2] Malmquist S. Index numbers and indifference curves [J]. Trabajos de Estadística, 1953, 4( 2 ) : 209 — 242.
- [3] Caves DW, Christensen LR, Diewert WE. Multilateral comparisons of output, input, and productivity using superlative index numbers [J]. The Economic Journal, 1982, 92 ( 365 ) : 73 — 86.
- [4] Fre R, Grosskopf S, Norris M. et al. Productivity growth, technical progress and efficiency change in industrialized countries [J]. The American Economic Review, 1994, 84 ( 1 ) : 66— 83.
- [5] 靳京, 吴绍洪, 戴尔阜. 农业资源利用效率评价方法及其比较 [J]. 资源科学, 2005, 7( 1 ) : 146 — 152.
- [6] 魏楚, 沈满洪. 能源效率与能源生产率: 基于 DEA 方法的省际数据比较 [J]. 数量经济技术经济研究, 2007, 24(9) : 110 — 121.