

基于 Bootstrap – DEA 的我国商业银行效率评价与对比

王佳^{1,2}, 金秀², 王旭³, 王淑力⁴
(1. 东北大学秦皇岛分校 经济学院, 河北 秦皇岛 066004; 2. 东北大学 工商管理学院, 辽宁 沈阳 110169;
3. 河北环境工程学院 经济学院, 河北 秦皇岛 066102; 4. 东软熙康健康科技有限公司, 辽宁 沈阳 110179)

摘 要: 在 DEA 模型中引入 Bootstrap 方法, 分别在规模报酬不变和规模报酬可变条件下对金融危机前后我国 67 家商业银行的初始 DEA 效率值进行纠偏, 并对国有银行、股份制商业银行和城市商业银行的效率水平进行了对比研究. 采用 Bootstrap 截断回归法对影响效率的因素进行检验. 实证结果表明: 银行经 Bootstrap 调整的 DEA 效率显著低于初始 DEA 效率值; 与国有银行相比, 股份制商业银行和城市商业银行的效率水平受金融危机的影响较大; 适度扩大银行规模、提高盈利能力及创新能力能够提高银行的技术效率, 而过多的营业支出及过度分散的股权结构会降低银行的技术效率.

关 键 词: 银行效率; Bootstrap; DEA; 截断回归; 技术效率

中图分类号: F 830.33 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-3026(2018)10-1506-06

Efficiency Evaluation and Comparison of Commercial Banks Based on Bootstrap-DEA

WANG Jia^{1,2}, JIN Xiu², WANG Xu³, WANG Shu-li⁴
(1. School of Economics, Northeastern University at Qinhuangdao, Qinhuangdao 066004, China; 2. School of Business Administration, Northeastern University, Shenyang 110169, China; 3. College of Economics, Hebei University of Environmental Engineering, Qinhuangdao 066102, China; 4. Neusoft Xikang Healthcare Technology Co., Ltd., Shenyang 110179, China. Corresponding author: WANG Jia, E-mail: wangjia@neuq.edu.cn)

Abstract: The Bootstrap method was introduced into the DEA model. Under the conditions of constant return to scale and variable return to scale, the initial DEA efficiency values of the China 67 commercial banks were rectified before and after financial crisis. The efficiency values of the state owned commercial banks, joint-equity commercial banks and city commercial banks were compared. The Bootstrap truncated regression method was used to test the factors affecting bank efficiency. The empirical results showed that the DEA efficiency values adjusted by Bootstrap are significantly lower than the initial DEA values. Compared with the state owned commercial banks, the efficiency levels of joint-stock commercial banks and city commercial banks are greatly affected by the financial crisis. The bank technical efficiency can be improved by properly expanding bank size, increasing profitability and innovation ability, while excessive revenue expenses and excessively dispersed ownership structure will reduce the technical efficiency of banks.

Key words: bank efficiency; Bootstrap; DEA; truncated regression; technical efficiency

目前, DEA 方法在银行效率测度方面的应用最为广泛. Simar 等^[1]认为 DEA 方法估计的相对效率水平是存在误差的, 且效率估计结果无法从统计学意义上进行解释. 为此, Simar 等在 DEA 模型中引入 Bootstrap 方法, 对 DEA 效率值进行纠偏, 并从统计学的角度估计效率值的置信区间.

文献[2]在 Simar 等研究的基础上对各国商业银行的效率问题进行了广泛研究,认为 Bootstrap 方法能够有效地增加效率的测算精度^[2]. Maghyereh 等^[3]利用 Bootstrap-DEA 模型估计海湾阿拉伯国家 1998~2009 年的银行业效率. Wanke 等^[4]在模糊 DEA 模型中引入 Bootstrap 方法对 2003~2011 年莫桑比克 13 家商业银行的效率进行度量. Simar 等^[5]对 Bootstrap-DEA 模型进行改进,引入 Bootstrap 截断回归分析构建两阶段 Bootstrap-DEA 过程. Stewart 等^[6]利用两阶段 Bootstrap-DEA 方法对 1999~2009 年越南银行体系的效率进行全面估计. Wijesiri 等^[7]利用 Bootstrap-DEA 方法对斯里兰卡 36 家小额信贷机构的效率进行估计. 李平等^[8]利用 DEA 方法对 2002~2008 年 32 家中资银行的效率进行估计和比较分析. 黄志鸿^[9]利用 Bootstrap-DEA 方法对我国国有银行和股份制银行的效率进行比较研究. 但文章选取的样本规模较小,且分析的不够全面,仅对国有银行和股份制银行进行评价.

综上所述,本文在 Simar 等研究的基础上,利用 Bootstrap-DEA 方法对我国 2007~2015 年 5 家国有银行、12 家股份制银行及 50 家城市商业银行的效率进行系统地综合对比研究,在此基础上利用 Bootstrap 截断回归方法对影响银行效率的因素进行实证检验.

1 模型构建

1.1 DEA 模型

早期的 DEA 方法是由 Charnes 等^[10]提出的一种非参数相对效率评估方法,简称 CCR 模型. 该模型用于评估规模报酬不变条件下决策单元的技术效率(TE)问题. 其基本思想是假设评价 K 个决策单元的效率,包括 L 种投入指标, M 种产出指标,则第 $i(i=1,2,\dots,K)$ 个决策单元的 DEA 模型的表达式为

$$\begin{aligned} & \min(\theta - \varepsilon(e_1^T s^- + e_2^T s^+)), \\ \text{s. t.} \\ & \sum_{i=1}^K x_{il} \lambda_i + s^- = \theta x_i^n, l = 1, 2, \dots, L, n = 1, 2, \dots, K, \\ & \sum_{i=1}^K y_{im} \lambda_i - s^+ = y_m^n, m = 1, 2, \dots, M, \\ & \lambda_i \geq 0, i = 1, 2, \dots, K. \end{aligned} \quad (1)$$

式中: θ 为技术效率值, $0 \leq \theta \leq 1$; ε 为无穷小量; s^- , $s^+ \geq 0$ 均为松弛变量; e_1^T 为 m 维单位向量; e_2^T

为 k 维单位向量; $\lambda_i \geq 0$ 为权重变量; x_{il} 为第 i 个决策单元第 $l(l=1,2,\dots,L)$ 种资源的投入量; y_{im} 为第 i 个决策单元第 $m(m=1,2,\dots,M)$ 种产出量. 此后, Banker 等^[11]考虑规模报酬可变的生产技术,在模型(1)中引入约束条件 $\sum_{i=1}^K \lambda_i = 1$, 提出 BCC 模型.

1.2 基于 Bootstrap 的 DEA 模型

Bootstrap 方法的基本思路:从概率分布 f 未知的总体中随机抽取得到已知样本 $\theta_0 = (\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_K)$, 由样本 θ_0 得到的样本参数 $\hat{\varphi} = \varphi(\theta_0)$ 是对总体参数 $\varphi = \varphi(f)$ 的一个估计. 在样本参数 $\hat{\varphi}$ 的概率分布未知时,判断总体参数 φ 和样本参数 $\hat{\varphi}$ 之间的偏误,需利用 Bootstrap 的重复抽样思想模拟样本参数的实证密度函数. 基于 Bootstrap 思想,提出的 Bootstrap-DEA 方法具体步骤如下.

步骤 1 根据每个决策单元的投入产出集 (X_i, Y_i) , $i = 1, 2, \dots, K$, 采用 DEA 方法求出其初始效率得分 $\hat{\theta}_i$, 全部决策单元的效率值构成集合 $\hat{\theta}_0 = (\hat{\theta}_1, \hat{\theta}_2, \dots, \hat{\theta}_K)$;

步骤 2 利用平滑 Bootstrap 方法从效率值样本 $\hat{\theta}_0 = (\hat{\theta}_1, \hat{\theta}_2, \dots, \hat{\theta}_K)$ 中得到重复抽样的 Bootstrap 样本 $\theta_b^* = (\theta_{1b}^*, \theta_{2b}^*, \dots, \theta_{Kb}^*)$, b 表示使用 Bootstrap 方法进行的 b 次迭代. 详细过程为

①运用 Bootstrap 方法从效率值样本 $\hat{\theta}_0 = (\hat{\theta}_1, \hat{\theta}_2, \dots, \hat{\theta}_K)$ 中进行有放回地重复抽样得到初始 Bootstrap 样本 $\beta^* = (\beta_1^*, \beta_2^*, \dots, \beta_K^*)$;

②随机生成独立的标准正态集合 $\varepsilon = \{\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_K\}$;

③使用下式对 Bootstrap 样本 $\beta^* = (\beta_1^*, \beta_2^*, \dots, \beta_K^*)$ 进行平滑,通过映射法保证平滑后的效率值 $\bar{\theta}_i^* \leq 1$, 其中 h 为平滑系数,取 $h = 0.014$ ^[5].

$$\bar{\theta}_i^* = \begin{cases} \beta_i^* + h\varepsilon_i, & \beta_i^* + h\varepsilon_i \leq 1; \\ 2 - \beta_i^* - h\varepsilon_i, & \beta_i^* + h\varepsilon_i > 1. \end{cases}$$

④为保证 Bootstrap 效率估计的方差与原有效率估计值的方差具有一致性,利用式(2)对③中的效率值 $\bar{\theta}_i^*$ 进行调整,得到平滑 Bootstrap 效率值 θ_{ib}^* ^[5]:

$$\theta_{ib}^* = \bar{\beta}^* + \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{h^2}{\hat{\sigma}_\theta^2}}} (\bar{\theta}_i^* - \bar{\beta}^*). \quad (2)$$

其中: $\bar{\beta}^* = \frac{1}{K} \sum_{i=1}^K \beta_i^*$; $\hat{\sigma}_\theta^2 = \frac{1}{K} \sum_{i=1}^K (\hat{\theta}_i - \bar{\theta})^2$; $\bar{\theta} = \frac{1}{K} \sum_{i=1}^K \hat{\theta}_i$.

步骤 3 根据步骤 2 估计的平滑 Bootstrap 效

率集合 $\theta_b^* = (\theta_{1b}^*, \theta_{2b}^*, \dots, \theta_{Kb}^*)$, 在产出不变的条件下, 调整初始投入变量 X_i , 调整后为 $X_{ib}^* = (\hat{\theta}_i' \theta_{ib}^*) \times X_i, i = 1, 2, \dots, K$;

步骤 4 根据调整后的投入产出量 $(X_{ib}^*, Y_i), i = 1, 2, \dots, K$, 采用 DEA 方法再次计算各决策单元的效率值 $\hat{\theta}_{ib}^*$;

步骤 5 重复步骤 2 ~ 步骤 4 共 B 次, 得到一系列效率值 $\hat{\theta}_{ib}^*, b = 1, 2, \dots, B$;

步骤 6 计算每个决策单元初始效率值 $\hat{\theta}_i$ 的偏误 $\overline{\text{Bias}}(\hat{\theta}_i)$ 和偏误修正后的效率值 $\tilde{\theta}_i$:

$$\overline{\text{Bias}}(\hat{\theta}_i) = B^{-1} \sum_{b=1}^B (\hat{\theta}_{ib}^*) - \hat{\theta}_i,$$
$$\tilde{\theta}_i = \hat{\theta}_i - \overline{\text{Bias}}(\hat{\theta}_i) = 2\hat{\theta}_i - B^{-1} \sum_{b=1}^B (\hat{\theta}_{ib}^*).$$

步骤 7 在置信水平 α 下, 计算偏误修正后的效率值 $\tilde{\theta}_i$ 的置信区间. 偏误修正后的效率值 $\tilde{\theta}_i$ 的置信区间为 $P_r(-\hat{b}_\alpha \leq \hat{\theta}_{ib}^* - \hat{\theta}_i \leq -\hat{a}_\alpha) = 1 - \alpha$, 进一步得 $\hat{\theta}_i + \hat{a}_\alpha \leq \tilde{\theta}_i \leq \hat{\theta}_i + \hat{b}_\alpha$.

1.3 基于 Bootstrap 的截断回归模型

在对银行效率进行度量的基础上, 利用基于 Bootstrap 的截断回归方法对影响效率的因素进行检验. 设效率的各影响因素为解释变量, 经 Bootstrap 纠偏后的效率值为被解释变量, 构建截断回归模型:

$$\tilde{\theta}_i = a + Z_i \delta + \zeta_i, i = 1, 2, \dots, K. \tag{3}$$

式中: $\tilde{\theta}_i$ 为第 i 个决策单元的 Bootstrap 纠偏后的效率值; Z_i 为影响效率的环境因素; δ 为待估计参数集; $\zeta_i \sim N(0, \sigma_\zeta^2)$ 为方差 σ_ζ^2 未知的统计噪声, 根据 Simar 等的假设, ζ_i 的分布被约束条件 $\zeta_i \geq 1 - a - Z_i \delta$ 左截断. 具体的计算过程如下.

步骤 1 利用极大似然估计对式 (3) 进行截断回归, 得到参数 δ 和 σ_ζ 的估计值 $\hat{\delta}$ 和 $\hat{\sigma}_\zeta$;

步骤 2 利用 Bootstrap 方法得到重复抽样的 Bootstrap 样本 $Q = \{\hat{\delta}_j^*, \hat{\sigma}_{\zeta j}^*\}, j$ 表示使用 Bootstrap 方法进行的 j 次迭代, $j = 1, 2, \dots, J$ (设 $J = 2\,000$). 详细步骤为: ①根据 $\zeta_i \sim N(0, \sigma_\zeta^2)$ 及其左截断点 $1 - a - Z_i \delta$, 随机抽取样本 ζ_i ; ②样本 ζ_i 代入式 (3), 计算新的效率值 $\tilde{\theta}_i^*$; ③利用极大似然估计再次对式 (3) 进行截断回归, 得到参数 δ 和 σ_ζ 的估计值 $\hat{\delta}^*$ 和 $\hat{\sigma}_\zeta^*$; ④重复步骤 ① ~ ③ J 次, 得到重复抽样的 J 个 Bootstrap 样本 $Q = \{\hat{\delta}_j^*, \hat{\sigma}_{\zeta j}^*\}, j = 1, 2, \dots, J$.

步骤 3 基于步骤 2 的 Bootstrap 样本 $Q = \{\hat{\delta}_j^*, \hat{\sigma}_{\zeta j}^*\}$, 估计 $(1 - \alpha)$ 置信水平下参数 δ 的置信

区间.

2 实证研究

2.1 指标选取与数据来源

采用中介法选取我国银行的效率指标. 投入指标包括固定资产净额 (x_1)、当期的在职员工数 (x_2) 和营业支出 (x_3). 产出指标包括利息净收入 (y_1) 和非利息净收入 (y_2). 在银行效率影响因素的选取方面, 参考 Stewart 等^[6] 的研究, 考虑银行的资产规模、盈利能力、经营能力、不良贷款、稳定性、创新程度和股权结构 7 个方面进行回归分析. 分别用总资产的自然对数 (CS) 表示资产规模、税后净利润与总资产之比 (ROA) 表示盈利能力、营业支出与总资产之比 (COA) 表示经营能力、不良贷款与总贷款之比 (NPL) 表示不良贷款状况、前 10 大股东的持股比例之和 (S10) 表示股权结构、资本充足率 (CAR) 表示稳定性、(营业收入 - 利息收入)/营业收入 (NIIR) 表示创新能力.

本文的研究对象是 5 家国有商业银行、12 家股份制商业银行和 50 家具有代表性的城市商业银行. 在选取城商行样本时, 对全部城商行进行筛选, 剔除数据缺失的样本, 最后得到 50 家城商行, 跨越我国近 20 个省份, 具有较强的代表性. 样本期间为 2007 ~ 2015 年. 数据主要来源于 Bankscope 数据库及各银行的年报.

2.2 效率测算结果与分析

利用基于 Bootstrap 的 DEA 方法分别在规模报酬不变 CCR 和规模报酬可变 BCC 的条件下运用 MATLABR2014 编程计算 2007 ~ 2015 年全部样本银行平均的初始 DEA 效率和经 Bootstrap 方法调整的 DEA 效率值, 测算结果如表 1 所示.

1) 初始 DEA 和 Bootstrap - DEA 的效率对比分析. 从表 1 可知, 2007 ~ 2015 年, 在 CCR 和 BCC 条件下样本银行经 Bootstrap 调整的平均 DEA 效率值均小于初始 DEA 的效率值. 这说明, 初始 DEA 模型倾向于高估银行效率, 而经 Bootstrap 偏差修正之后的 DEA 效率值较低. 此外, 对 2007 ~ 2015 年各银行经过 Bootstrap 调整的 DEA 效率值和初始 DEA 效率值进行非参数检验, 包括 Mann - Whitney U 检验和双样本 Kolmogorov - Smirnov 检验. 检验在 5% 的显著性水平下, 两种效率值是否具有显著差别, 检验结果见表 2.

表 1 CCR 和 BCC 条件下银行平均技术效率 TE 和纯技术效率 PTE 的估计结果
Table 1 Average technical efficiencies and pure technical efficiencies among banks under CCR and BCC

模型	年份	初始 DEA 估计结果	Bootstrap – DEA 估计结果			
			效率值	下界	上界	有效银行数量
CCR-TE	2007	0.836 5	0.785 8	0.633 5	1	17
	2008	0.806 9	0.751 5	0.361 7	1	10
	2009	0.824 4	0.752 9	0.555 2	1	12
	2010	0.841 6	0.769 2	0.623 9	1	13
	2011	0.868 1	0.822 4	0.619 5	1	14
	2012	0.869 3	0.825 1	0.601 5	1	16
	2013	0.872 2	0.830 2	0.718 9	1	18
	2014	0.851 8	0.796 8	0.632 5	1	14
	2015	0.843 5	0.769 8	0.592 3	1	20
	均值	0.846 0	0.790 8	0.593 2	1	14
BCC-PTE	2007	0.881 3	0.851 2	0.687 1	1	17
	2008	0.831 3	0.828 7	0.386 0	1	13
	2009	0.843 2	0.832 6	0.598 1	1	15
	2010	0.881 2	0.851 7	0.666 1	1	16
	2011	0.893 6	0.863 0	0.747 7	1	18
	2012	0.894 2	0.872 1	0.650 6	1	19
	2013	0.897 4	0.878 1	0.659 0	1	21
	2014	0.880 0	0.869 5	0.664 5	1	17
	2015	0.875 6	0.871 0	0.629 3	1	24
	均值	0.875 3	0.858 3	0.632 0	1	17

表 2 Bootstrap – DEA 和 DEA 效率值的非参数检验结果
Table 2 Non-parametric tests of Bootstrap-DEA and DEA efficiency

模型	Mann – Whitney U 检验			双样本 Kolmogorov – Smirnov 检验		
	Z 值	渐进显著性	Monte Carlo 显著性	Z 值	渐进显著性	Monte Carlo 显著性
CCR	– 2.287	0.022	0.023	2.441	0.000	0.000
BCC	– 2.372	0.018	0.017	2.247	0.000	0.000

从表 2 可知,在 Mann – Whitney U 检验和双样本 Kolmogorov – Smirnov 检验中,在 5% 的显著性水平下,2007 ~ 2015 年各银行经过 Bootstrap 调整的 DEA 效率和初始 DEA 效率具有显著差别.

2) CCR 和 BCC 条件下的银行效率分析. 从表 1 可知:①2007 ~ 2015 年,银行的技术效率值均小于纯技术效率值. 由于技术效率等于纯技术效率和规模效率的乘积,这说明整个样本期间我国银行业整体的规模效率小于 1,表现为规模无效状态;②整个样本期,银行经 Bootstrap 调整的 DEA 技术效率和纯技术效率值在 2008 年均达到最低. 之后 2009 ~ 2013 年效率值呈现出稳定增长的趋势,在 2013 年达到最高,并于 2014 和 2015 年稍微有所下降但仍然高于 2008 年的效率值,这说明我国银行系统的效率水平整体上呈现上升的趋势;③有效银行数量方面,在 CCR 和 BCC 条件

下,2008 年有效银行数量最少,之后一直处于增加的趋势,只是在 2014 年稍微有所降低,并于 2015 年达到最高. 以上研究表明,我国银行业受 2008 年金融危机的冲击较大.

3) 国有商业银行、股份制商业银行和城市商业银行效率对比分析. 表 3 为 2007 ~ 2015 年国有商业银行、股份制商业银行和城市商业银行经过 Bootstrap 调整的 DEA 技术效率、纯技术效率和规模效率值.

从表 3 可知:①技术效率方面,除 2008 和 2009 年之外,其他年份中,股份制银行的技术效率值均高于国有银行和城商行的技术效率值. 且除 2015 年之外,其他年份中,国有银行的技术效率均高于城商行的技术效率值. 说明从整体上来看股份制银行的效率最高,国有银行次之,城商行效率最低. 但在 2008 和 2009 年,国有银行的效率值最高,股份制银行次之,城商行效率最低,说明

金融危机对股份制银行和城商行的影响较大,国有银行由于大部分股份由国家持有,受金融危机的影响相对较小;②纯技术效率方面,2007~2015 年,国有银行的纯技术效率均高于股份制银行和城商行的纯技术效率值,说明国有银行在生产技

术方面的效率较高;③规模效率方面,城商行的规模效率最高,股份制银行次之,国有银行的规模效率最低.说明与其他两类银行相比,国有银行由于过分扩大经营规模以及过度增加分支机构数目导致了明显的规模无效特征.

表 3 国有商业银行、股份制商业银行和城市商业银行的效率值比较

年份	TE			PTE			SE		
	国有	股份制	城商行	国有	股份制	城商行	国有	股份制	城商行
2007	0.814 9	0.820 4	0.722 2	1.000 0	0.830 3	0.723 2	0.814 9	0.988 1	0.998 6
2008	0.763 2	0.759 1	0.732 1	0.886 9	0.825 7	0.773 4	0.860 5	0.919 3	0.946 6
2009	0.800 2	0.744 6	0.713 8	0.910 7	0.843 0	0.744 0	0.878 7	0.883 3	0.959 4
2010	0.762 5	0.814 5	0.730 6	0.926 4	0.889 6	0.739 2	0.823 1	0.915 6	0.988 4
2011	0.826 2	0.866 2	0.774 9	0.916 5	0.888 0	0.784 5	0.901 5	0.975 5	0.987 8
2012	0.839 9	0.880 6	0.754 9	0.931 8	0.930 6	0.763 9	0.911 2	0.946 3	0.988 2
2013	0.806 7	0.918 9	0.765 1	0.938 8	0.925 5	0.770 1	0.859 3	0.992 9	0.993 5
2014	0.788 9	0.897 6	0.703 8	0.986 7	0.917 9	0.703 9	0.799 5	0.977 9	0.999 9
2015	0.712 5	0.881 4	0.715 5	0.998 9	0.897 1	0.716 9	0.713 3	0.982 5	0.998 0
均值	0.795 0	0.842 6	0.734 8	0.943 0	0.883 1	0.746 6	0.841 1	0.954 2	0.984 2

2.3 效率影响因素模型的估计结果与分析

针对选取的环境变量,根据前文构建的

Bootstrap 截断回归模型的计算步骤,对影响银行效率的因素进行回归检验,检验结果见表 4.

表 4 效率影响因素的 Bootstrap 回归检验结果

模型	常数	CS	ROA	COA	NPL	S10	CAR	NIIR
CCR	0.599 0***	0.025 5***	7.087 5***	-11.459 1***	-0.367 9	-0.316 1***	0.510 3**	0.693 0***
BCC	1.050 9***	-0.003 0*	3.388 7**	0.25	-0.066 1	-0.136 6	0.782 4	0.123 4**

注:***表示显著性水平为 1%;**表示显著性水平为 5%;*表示显著性水平为 10%.

从表 4 可知:①在 CCR 条件下,银行规模 CS、银行盈利能力 ROA 和银行创新能力 NIIR 对银行技术效率的影响均显著为正;营业支出 COA、股权结构 S10 对银行技术效率的影响显著为负.这说明适度增加银行规模、提高盈利能力以及创新能力能够提高银行的技术效率,而过多的营业支出以及过度分散的股权结构会降低银行的技术效率;②在 BCC 条件下,银行盈利能力 ROA 和银行创新能力 NIIR 对银行纯技术效率的影响均显著为正,银行规模 CS 对银行纯技术效率的影响显著为负,说明提高盈利能力和创新能力能提高银行的纯技术效率,而银行规模过大会降低银行的纯技术效率.

Bootstrap 偏差修正之后的 DEA 效率值较低.且各银行经 Bootstrap 调整的 DEA 效率值和初始 DEA 效率具有显著差别;股份制银行的效率最高,国有银行次之,城市商业银行效率最低.且与国有银行相比,股份制银行和城商行受经济危机的影响较大;提高银行盈利能力及创新能力能够同时提高银行的技术效率和纯技术效率,而过多的营业支出以及过度分散的股权结构会降低银行的技术效率.

参考文献:

[1] Simar L, Wilson P W. A general methodology for Bootstrapping in non-parametric frontier models[J]. *Journal of Applied Statistics*,2000,27(6):779-802.
[2] Halkos G E, Tzeremes N G. Estimating the degree of operating efficiency gains from a potential bank merger and acquisition;a DEA Bootstrapped approach[J]. *Journal of Banking and Finance*,2013,37(5):1658-1668.

3 结 论

初始 DEA 模型倾向于高估银行效率,而经

(下转第 1520 页)