



并联决策单元的 动态 DEA 效率评价研究

赵 萌

暨南大学 金融系, 广州 510632

摘要: 具有并联决策单元内部结构的系统是一类具有代表性的复杂生产系统, 其内部结构已不再是传统观念的黑箱, 而是由多个并联(平行)的生产单位组成。在已有并联决策单元 DEA 效率评价方法的基础上加入时间维度, 增加规划问题的约束条件, 推演出该种复杂系统的动态 DEA 效率评价指标, 并以中国14家商业银行的数据进行实证。研究表明, 2005年至2008年没有一家银行的动态效率指数为0, 这说明中国银行系统的生产效率并没有达到最优; 中国商业银行的地区效率基本遵循沿海地区-中部地区-西部地区依次递减的态势, 此规律在中国国有银行中的体现更为明显; 影响银行效率改进的主要原因是各银行本身的差异, 而不是不同经济区域之间的环境差别。

关键词: 数据包络分析; 并联决策单元; 动态效率评价; 商业银行

中图分类号: F224.0

文献标识码: A

文章编号: 1672-0334(2011)01-0090-08

1 引言

数据包络分析(data envelopment analysis, DEA)方法最早由 Charnes 等^[1]提出, 是用来评价生产效率的一种重要方法。经过30多年的发展, DEA方法不但在理论上的创新层出不穷, 而且还在经济管理领域得到广泛的应用。商业银行的改革是中国金融体制改革的重中之重, 对其效率的评价一直是 DEA 效率评价方法的重要应用。2005年以来, 中国商业银行在《新巴塞尔协议》框架下, 积极引入战略投资者, 一些商业银行也先后在境内外上市, 中国商业银行的改革和发展进入了一个全新阶段。因此, 如何创新地运用 DEA 方法评价中国商业银行的效率是一个具有理论和现实意义的课题。

2 相关研究评述

DEA方法作为评价生产系统效率的重要方法一直都是学术界关注的研究对象, 基于对传统 DEA 效率评价方法的改进, 近年来的研究大致可分为3个方向。①传统的 DEA 方法研究某个决策单元(decision making unit, DMU)与最优前沿面的距离, 许多学者认为如果同时比较某决策单元与最优决策单元和最劣决策单元之间的距离, 排序结果会更为合理^[2-4]。②传统 DEA 方法对数据利用不充分, 忽略了中间各阶段的输入产出, 无法解释决策单元生产过程的各阶段对其效率的影响, 不利于其效率改进。Fare 等^[5-6]、Sexton 等^[7]和 Lewis 等^[8]提出并逐步完善了二阶段的 DEA 效率评价方法, 随之出现了许多基于此种方法的实证研究^[7,9-11](基于本研究对象的考虑, 前两个方面的相关研究在此不再展开评述)。③对于被评价系统内部结构假设的改进。传统的 DEA 模型在评价具有多个子系统的复杂系统相对有效性时, 通常将各个子系统看做一个整体, 这样得到的结果并不能全面地反映系统的效率, 并且会高估效率指数^[12]。针对传统 DEA 方法的不足, 近年来关于 DEA 的研究开始关注具有复杂内部结构的生产系统的技术效率评价, 以 Fare 等^[6]提出的 FG 网络 DEA 模型和 Lewis 等^[8]提出的 LS 网络 DEA 模型最具代表性, 但这两个过于概念化的模型存在着应用的困难。

收稿日期: 2010-04-01 修返日期: 2011-01-13

基金项目: 国家社会科学基金(10CJY021)

作者简介: 赵萌(1980-), 男, 河北丰宁人, 暨南大学金融系博士研究生, 研究方向: 国际金融与投资银行等。

E-mail: zhaom1980@163.com

基于应用的复杂系统 DEA 方法的研究从所研究的系统内部构造来看,集中于串联结构系统和并联结构系统两个方面,关于串联结构系统的研究更为集中。Chen 等^[13]和 Liang 等^[14]把复杂系统整体效率作为多个串联决策单元的各个子系统效率的加和;毕功兵等^[15-16]把复杂系统整体效率作为多个串联决策单元的各个子系统效率的乘积,分别在各自的假设基础上研究复杂系统的效率评价。对于并联决策单元组成的复杂系统的研究最为著名的是 Yang 等^[12]的研究,他们提出 YMK 模型,并将并联系统的整体效率定义为 YMK 效率,证明 YMK 效率与子系统效率的关系。但 YMK 模型所假设的不存在规模收益、系统之间不存在合作等假设前提在实际应用中存在着明显的局限。为此段永瑞等^[17]依据规模收益假设、组内合作假设和组间合作假设,提出 3 种并联系统效率评价的 DEA 模型;此外,Kao^[18]将并联系统整体效率分解为子系统效率的加权之和的形式;杨锋等^[19]在研究并联系统前沿生产能力的基础上,提出评价并联生产系统的乘数模型和包络模型。

上述对并联决策单元 DEA 评价方法的研究只是停留在静态评价层面,没有推广到动态,从实际情况看,没有时间维度的度量很大程度上限制了效率评价的公平性和客观性。特别是在中国当前的政治经济体制下,没有时间维度的效率评价极易造成生产管理者为了某一时点的高绩效而舍弃长远的发展。为此本研究将在上述研究的基础上把多个并联决策单元组成的复杂系统 DEA 评价方法加入时间维度,从而使其更好地用于实际生产系统的效率评价。

对于银行效率的评价一直是 DEA 方法的重要应用,但早期的研究基本上是基于比较简单的静态 DEA 效率评价模型^[20-22]。20 世纪末,学者们开始运用动态 DEA 方法评价银行的效率。在国外,Wheelock 等^[23]和 Ila 等^[24]运用 Malmquist 生产率指数探讨美国商业银行生产率的变化;Park 等^[25]考虑不良贷款因素,利用定向技术距离函数测算韩国银行业的无效率值。中国国内研究方面,王付彪等^[26]利用 DEA 方法对中国商业银行 1998 年至 2004 年的技术效率进行实证研究,发现中国银行业效率整体上呈现上升趋势,而技术效率损失主要来自于规模效率损失;朱

超^[27]利用 DEA 方法测算中国银行业反映跨期动态变化的 Malmquist 生产率指数,认为 2000 年至 2004 年间中国银行业全要素生产率有轻微的下降;柯孔林等^[28]把不良贷款作为银行的坏产出,并在此情形下用 Malmquist-Luenberger 指数研究中国商业银行的效率。综上,现有文献在具体的效率评价过程中均以银行整体作为评价的对象,没有对银行组织进行纵向的细分,这样不但会高估效率指数^[12],而且也无法全面刻画出每个银行的效率或无效率来自于该银行的哪个分支机构,从而也就无法进一步的探讨银行重置资源以改善效率的途径。

3 模型的描述和求解

3.1 并联决策单元的描述

绩效评价一个最为关键的任务就是找出系统中相对效率较低的子系统,以通过技术创新或重新配置资源来增进效率。

图 1 所示的某个复杂生产系统的第 k 个决策单元 DMU_k 包含 q 个相对独立的生产单位,每个生产单位使用相同的 i 种投入和 r 种产出, $k = 1, 2, \dots, N, q = 1, 2, \dots, n, i = 1, 2, \dots, m, r = 1, 2, \dots, g$ 。传统的 DEA 效率评价方法把 DMU_k 视为一个黑箱,假设其有 m 种投入和 g 种产出,则基于 Charnes 等^[1]的第 k 个决策单元的 CCR 效率可表示为

$$\begin{aligned}
 E_k &= \max \sum_{r=1}^g u_r Y_{rk} \\
 s. t. & \sum_{i=1}^m v_i X_{ik} = 1 \\
 & \sum_{r=1}^g u_r Y_{rk} - \sum_{i=1}^m v_i X_{ik} \leq 0 \\
 & u_r, v_i \geq 0
 \end{aligned} \tag{1}$$

其中, E_k 为第 k 个决策单元的技术效率指数, Y_{rk} 为第 k 个决策单元的总产出, u_r 为决策单元最经济的第 r 种产出的权重, X_{ik} 为第 k 个决策单元的总投入, v_i 为决策单元最经济的第 i 种投入的权重。

现实情况中每个决策单元可进一步分解为一系列并联(平行)的子单元(生产单位),每一个生产单位有着相同种类的投入和产出,每个生产单位的投入(产出)总和组成这个决策单元的总投入(产出),

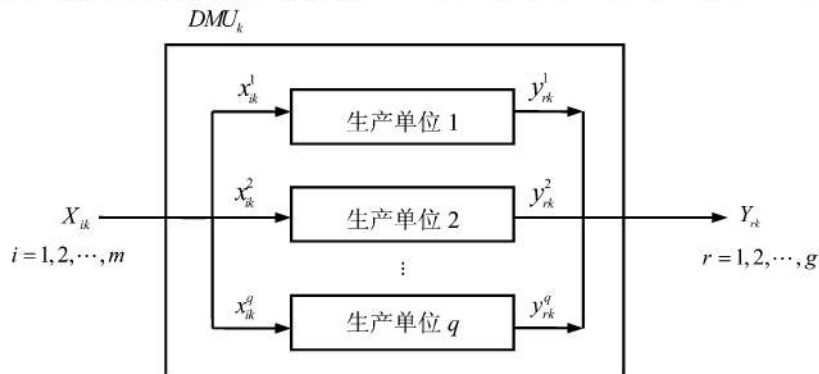


图 1 并联决策单元示意图
Figure 1 Diagram of DMU with Parallel Structure

这就构成了本研究所要阐述的内部具有并联结构的决策单元,如图1所示。内部具有并联结构决策单元的生产系统非常常见,最为典型的例子是一个企业下辖多个业务性质相同的子公司。

一个内部具有并联结构的决策单元 k , 它由 q 个独立的生产单位组成。 $x_{ik}^1, x_{ik}^2, \dots, x_{ik}^q$ 分别表示每个独立生产单位的第 i 种投入的投入量, $y_{rk}^1, y_{rk}^2, \dots, y_{rk}^q$ 分别表示每个独立生产单位的第 r 种产出的产出量。所有生产单位的第 i 种投入的总和 $\sum_{p=1}^q x_{ik}^p$ 和第 r 种产出的总和 $\sum_{p=1}^q y_{rk}^p$ 构成决策单元的第 i 种投入和第 r 种产出, p 为决策单元中第 p 个生产单位, $p = 1, 2, \dots, q$ 。 N 个上述的决策单元组成一个复杂的大系统。令 E_k 为决策单元的有效率, 则决策单元的无效率为 $1 - E_k$, $1 - E_k = 1 - \sum_{r=1}^g u_r y_{rk}$, 于是由(1)式可推演出如下模型, 即

$$\begin{aligned} \min s_k \\ \text{s. t. } s_k \geq 0 \\ \sum_{i=1}^m v_i x_{ik} = 1 \\ \sum_{r=1}^g u_r y_{rk} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ik} + s_k = 0 \\ \sum_{r=1}^g u_r y_{rk} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ik} \leq 0 \\ u_r, v_i \geq 0, r = 1, 2, \dots, g, i = 1, 2, \dots, m \end{aligned} \quad (2)$$

其中, s_k 为松弛变量, 表示无效率得分。图1并联决策单元的技术效率得分可以用如下模型求解, 即

$$\begin{aligned} \sum_{r=1}^g u_r y_{rk} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ik} + s_k &= \sum_{r=1}^g u_r (y_{rk}^1 + y_{rk}^2 + \dots + y_{rk}^q) - \\ &\sum_{i=1}^m v_i (x_{ik}^1 + x_{ik}^2 + \dots + x_{ik}^q) + s_k \\ &= \sum_{p=1}^q \left(\sum_{r=1}^g u_r y_{rk}^p - \sum_{i=1}^m v_i x_{ik}^p \right) + s_k \\ &= 0 \end{aligned} \quad (3)$$

其中, x_{ik}^p 为 DUM_k 的第 p 个生产单位的投入, y_{rk}^p 为 DUM_k 的第 p 个生产单位的产出。令 s_k^p 为第 p 个生产单位的松弛变量, 即无效率得分。因此(3)式的最后一个方程可以表示为

$$\sum_{p=1}^q \left(\sum_{r=1}^g u_r y_{rk}^p - \sum_{i=1}^m v_i x_{ik}^p + s_k^p \right) = 0 \quad (4)$$

可得出约束条件为

$$\sum_{r=1}^g u_r y_{rk}^p - \sum_{i=1}^m v_i x_{ik}^p + s_k^p = 0, p = 1, 2, \dots, q \quad (5)$$

由此可得到包含 p 个生产单位的第 k 个决策单元技术无效率的 DEA 测算模型为

$$\begin{aligned} \min \sum_{p=1}^q s_k^p \\ \text{s. t. } \sum_{i=1}^m v_i x_{ik}^p = 1 \\ \sum_{r=1}^g u_r y_{rk}^p - \sum_{i=1}^m v_i x_{ik}^p + s_k^p = 0, p = 1, 2, \dots, q \end{aligned}$$

$$\sum_{r=1}^g u_r y_{rk}^p - \sum_{i=1}^m v_i x_{ik}^p \leq 0 \quad (6)$$

值得注意的是, 第 p 个生产单位的效率得分并不等于 $1 - s_k^p$, 原因是 $\sum_{i=1}^m v_i x_{ik}^p \neq 1$, 要计算第 k 个决策单元的第 p 个生产单位的技术效率得分, 必须用 s_k^p 除以 $\sum_{i=1}^m v_i x_{ik}^p$, 因此第 k 个决策单元第 p 个生产单位的技术效率得分可表述为 $1 - \frac{s_k^p}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ik}^p}$ 。

并联单元 DEA 模型与传统 DEA 模型的最大区别在于, 传统 DEA 模型的约束条件只是对每个决策单元的约束, 而并联单元 DEA 模型的约束则是对每个决策单元中的所有独立生产单位的约束之和。因此(6)式关于技术效率的测算精度不弱于(2)式, 且效率得分不大于(2)式。

3.2 并联决策单元的动态 DEA 模型

所谓的并联决策单元的动态 DEA 是在并联决策单元的 DEA 系统中加入时间向量, 其本质是一个 3 维的决策问题。如果一个复杂系统包含 n 个如图 1 的并联决策单元, 每个决策单元又包含 q 个独立的生产单位, 每个生产单位使用同样的 m 种投入, $m = 1, 2, \dots, i, \dots, m$, 生产 g 种产出, $g = 1, 2, \dots, r, \dots, g$, 则第 k 个决策单元第 p 个生产单位在时点 t 的投入为 x_{pk}^t , $x_{pk}^t = (x_{1pk}^t, x_{2pk}^t, \dots, x_{ipk}^t, \dots, x_{mpk}^t)^T_{1 \times m}$, 第 k 个决策单元的总投入为 $X_k^t, X_k^t = \sum_{p=1}^q x_{pk}^t$ 。第 k 个决策单元第 p 个生产单位在时点 t 的产出为 $y_{pk}^t, y_{pk}^t = (y_{1pk}^t, y_{2pk}^t, \dots, y_{rpk}^t, \dots, y_{gpk}^t)^T_{1 \times g}$, 第 k 个决策单元的总产出为 $Y_k^t, Y_k^t = \sum_{p=1}^q y_{pk}^t$ 。因此具有 n 个决策单元的复杂系统在第 $t(t = 1, 2, \dots, T)$ 时段的投入向量 X^t 和产出向量 Y^t 分别表示为

$$\begin{aligned} X^t &= (X^{t1}, X^{t2}, \dots, X^{tT}) = \begin{bmatrix} x_{11}^t & \dots & x_{1n}^t \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{q1}^t & \dots & x_{qn}^t \end{bmatrix} \\ Y^t &= (Y^{t1}, Y^{t2}, \dots, Y^{tT}) = \begin{bmatrix} y_{11}^t & \dots & y_{1n}^t \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ y_{q1}^t & \dots & y_{qn}^t \end{bmatrix} \end{aligned}$$

3.2.1 决策单元的动态 DEA

定义决策单元 k 在时点 t 的生产可能性集合为

$$\begin{aligned} P_k^t &= \{ X_k^t, Y_k^t \mid Y_k^t \leq \sum_{p=1}^q u_k^t y_{pk}^t, \\ &X_k^t \leq \sum_{p=1}^q v_k^t x_{pk}^t, u_k^t \geq 0, v_k^t \geq 0 \} \end{aligned}$$

各个决策单元在各个时点的技术效率指数 E_k^t 可通过下述模型求出, 即

$$\begin{aligned} \min E_k^t \\ \text{s. t. } \sum_{p=1}^q v_k^t x_{pk}^t \leq E_k^t X_k^t \\ \sum_{p=1}^q u_k^t y_{pk}^t \geq Y_k^t \end{aligned}$$

$$u'_k \geq 0, v'_k \geq 0 \quad (7)$$

其中, u'_k 为决策单元 k 在时点 t 最经济的产出的权重, v'_k 为决策单元 k 在时点 t 最经济的投入的权重。每个决策单元在各个时点的效率构成一个 T 维向量, 可以把该向量看做只有产出的新决策单元, 显然当决策单元在每个时期效率增加时, 其在整个时期的效率也相应的变大, 反之则相反。因此, 由各个决策单元组成的新决策单元的效率评价是如下多目标的线性规划问题, 即

$$\begin{aligned} & \max(Y_1, Y_2, \dots, Y_r, \dots, Y_g) \\ & s. t. Y \in \Theta \end{aligned}$$

其中, Θ 为决策单元 k 的生产可能性集合, $\Theta = \{Y \leq \sum_{k=1}^N Y_k v_k \mid \sum_{k=1}^N v_k = 1\}$; Y 为具有 g 种产出的产出向量, $Y = (Y_1, Y_2, \dots, Y_r, \dots, Y_g)$ 。 Y 为多目标线性规划最优解的充要条件是满足下述的线性规划, 即

$$\begin{aligned} & \max \Gamma^T \sum_{t=1}^T S'_k = \eta_0 \\ & s. t. \sum_{k=1}^N E_k v_k - \sum_{t=1}^T S'_k = E \\ & \sum_{k=1}^N v_k = 1 \\ & v_k \geq 0, S'_k \geq 0 \end{aligned} \quad (8)$$

其中, $\Gamma = (1 \ 1 \ \dots \ 1)_{1 \times g}^T$; S'_k 为松弛变量, 代表决策单元 k 在时点 t 的技术效率与最优效率前沿面之间的距离; η_0 为动态综合效率评价指数, 其值为各年度 S'_k 值之和, $\eta_0 = 0$ 表示该决策单元在动态生产前沿面上, η_0 值越大决策单元在整个时段的动态综合效率越低, 反之则相反; E 为整个系统的效率指数, 则各个决策单元的效率 $E'_k \leq 1, t = 1, 2, \dots, T, k = 1, 2, \dots, N$ 。

3.2.2 生产单位的动态 DEA

定义时点 t 的第 k 个决策单元中第 p 个生产单位的生产可能性集合为

$$\begin{aligned} P'_p = \{ & x'_{pk}, y'_{pk} \mid y'_{pk} \leq \sum_{p=1}^q \tau'_{pk} y'_{pk}, \\ & x'_{pk} \leq \sum_{p=1}^q \delta'_{pk} x'_{pk}, \tau'_{pk} \geq 0, \delta'_{pk} \geq 0 \} \end{aligned}$$

其中, τ'_{pk} 为决策单元 k 中第 p 个生产单位在时点 t 的最经济的产出的权重, δ'_{pk} 为决策单元 k 中第 p 个生产单位在时点 t 的最经济的投入的权重。则第 p 个生产单位在各个时点的技术效率指数 e'_{pk} 可通过下述模型求出, 即

$$\begin{aligned} & \min e'_{pk} \\ & s. t. \sum_{p=1}^q \delta'_{pk} x'_{pk} \leq E'_k X'_k \\ & \sum_{p=1}^q \tau'_{pk} y'_{pk} \geq Y'_k, \delta'_{pk} \geq 0, \tau'_{pk} \geq 0 \end{aligned} \quad (9)$$

假设第 k 个决策单元中第 p 个生产单位在时点 t 的效率为 $e'_{pk}, t = 1, 2, \dots, T, k = 1, 2, \dots, N, e'_{pk} \leq 1$ 。每个决策单元第 p 个生产单位的效率在各个时点的效率构成一个 T 维向量, 可以把该向量看做只有产出的新的生产单位。因此, 由 e'_{pk} 组成的新生产单位的效率

评价是如下的多目标线性规划问题, 即

$$\begin{aligned} & \max(Y_{p1}, Y_{p2}, \dots, Y_{pr}, \dots, Y_{pg}) \\ & s. t. Y_p \in \Phi \end{aligned}$$

其中, Φ 为第 p 个生产单位的生产可能性集合, $\Phi = \{Y_k \leq \sum_{p=1}^q Y_{pk} \tau_{pk} \mid \sum_{p=1}^q \tau_{pk} = 1\}$; $Y_p = (Y_{p1}, Y_{p2}, \dots, Y_{pr}, \dots, Y_{pg})$, Y_p 为多目标线性规划最优解的充要条件是满足下述的线性规划, 即

$$\begin{aligned} & \max \Gamma^T \sum_{t=1}^T S'_k = \mu_0 \\ & s. t. \sum_{p=1}^q e'_{pk} \tau_{pk} - \sum_{t=1}^T S'_k = E_k \\ & \sum_{p=1}^q \tau_{pk} = 1, \tau_{pk} \geq 0, S'_k \geq 0 \end{aligned} \quad (10)$$

其中, $\Gamma = (1 \ 1 \ \dots \ 1)_{1 \times g}^T$; S'_k 为松弛变量, 代表决策单元 k 中第 p 个生产单位在时点 t 的技术效率与最优效率前沿面之间的距离; μ_0 为动态综合效率评价指数, 其值为各年度 S'_k 值之和, $\mu_0 = 0$ 表示该生产单位在动态生产前沿面上, μ_0 值越大生产单位在整个时段的动态综合效率越低, 反之则相反。

4 基于模型的实例

4.1 生产单位及投入、产出的选择

本研究选取中国14家商业银行(具体见表1)作为研究样本, 样本期为2005年至2008年。在具体的效率评价过程中, 把每个银行当做一个决策单元, 合并后的每个银行的区域分支机构当做决策单元中的生产单位。合理的定义投入和产出是准确测度银行效率的一个关键问题, 对投入和产出指标的选择主要有生产法、中介法和资产法等3种方法, 3种方法各有利弊。根据 Berger 等^[29]的观点, 并综合考虑银行利润最大化的经营目标以及其中介行为的正外部效应, 本研究对投入产出项目的确定采用生产法和中介法相结合的方式。投入变量包括注册资本 X_1 、固定资产净值 X_2 和各项支出 X_3 (损益表中各项支出之和), 产出包括各项存款合计 Y_1 、各项贷款合计 Y_2 和税前利润总额 Y_3 。

4.2 评价结果及含义

本研究所用数据来自2005年至2008年的《中国金融年鉴》、《中国统计年鉴》和各银行年报。将各单位、各年度的投入产出变量输入 lingo 程序(感谢中兴通讯 Lee 小姐在编制程序上的帮助), 可计算得到第 k 个银行整体的年度松弛变量 $S^1_k, S^2_k, S^3_k, S^4_k$ 和第 k 个银行的第 p 个分支机构的年度松弛变量 $S^1_{pk}, S^2_{pk}, S^3_{pk}, S^4_{pk}$ 、银行整体及分支机构的动态 DEA 有效值 η_0 和 μ_0 、银行整体及分支机构的年度 DEA 有效值 $E^1_k, E^2_k, E^3_k, E^4_k$ 和 $e^1_{pk}, e^2_{pk}, e^3_{pk}, e^4_{pk}$ 。出于节约篇幅的考虑, 表1只给出各银行整体的评价结果, 其内部分支机构的评价结果没有具体列出, 有需要的读者可向笔者索取。

表1 各银行基于并联决策单元动态 DEA 效率的评价结果
Table 1 Results of Dynamic Parallel Structure DEA Efficiency Evaluation

| 银行 | 各年松弛变量 | | | | 动态 DEA 有效值 | 各年的 DEA 有效值 | | | |
|------|---------|---------|---------|---------|------------|-------------|---------|---------|---------|
| | S_k^1 | S_k^2 | S_k^3 | S_k^4 | η_0 | E_k^1 | E_k^2 | E_k^3 | E_k^4 |
| 工商银行 | 0.672 | 0.331 | 0.159 | 0.323 | 1.485 | 0.328 | 0.669 | 0.841 | 0.677 |
| 中国银行 | 0.092 | 0.401 | 0.194 | 0.367 | 1.054 | 0.908 | 0.599 | 0.806 | 0.633 |
| 建设银行 | 0.163 | 0.508 | 0.187 | 0.322 | 1.180 | 0.837 | 0.492 | 0.813 | 0.678 |
| 农业银行 | 0.326 | 0.584 | 0.131 | 0.516 | 1.557 | 0.674 | 0.416 | 0.869 | 0.484 |
| 交通银行 | 0.676 | 0.405 | 0.119 | 0.143 | 1.343 | 0.324 | 0.595 | 0.881 | 0.857 |
| 中信银行 | 0.547 | 0.306 | 0.093 | 0.250 | 1.196 | 0.453 | 0.694 | 0.907 | 0.750 |
| 光大银行 | 0.172 | 0.069 | 0.347 | 0.567 | 1.155 | 0.828 | 0.931 | 0.653 | 0.433 |
| 华夏银行 | 0.498 | 0.316 | 0.088 | 0.075 | 0.977 | 0.502 | 0.684 | 0.912 | 0.925 |
| 民生银行 | 0.405 | 0.264 | 0.086 | 0.085 | 0.840 | 0.595 | 0.736 | 0.914 | 0.915 |
| 广发银行 | 0.578 | 0.271 | 0.106 | 0.075 | 1.030 | 0.422 | 0.729 | 0.894 | 0.925 |
| 招商银行 | 0.534 | 0.168 | 0.120 | 0.093 | 0.915 | 0.466 | 0.832 | 0.880 | 0.907 |
| 浦发银行 | 0.470 | 0.156 | 0.065 | 0.201 | 0.892 | 0.530 | 0.844 | 0.935 | 0.799 |
| 深发银行 | 0.221 | 0.249 | 0.091 | 0.091 | 0.922 | 0.779 | 0.639 | 0.751 | 0.909 |
| 兴业银行 | 0.603 | 0.146 | 0.104 | 0.087 | 0.940 | 0.397 | 0.854 | 0.896 | 0.913 |

根据动态 DEA 理论,对于一个 DMU 而言,动态 DEA 有效值越小其效率越高,反之则越低。动态 DEA 有效值为 0 则 DMU 处于生产前沿面上。同时,还可以按年度来分析不同银行或同一银行不同区域分支机构的绩效。对于未落在生产前沿面上的银行或分支机构,可以根据 DEA 的投影理论以及该银行或分支机构的松弛变量值和剩余变量值,指出它们业绩可改进的幅度。以工商银行北部沿海地区的分支机构为例,2006 年的 DEA 有效值为 0.745,那么在单位产出不变的情况下,其单位投入可以降低 25.5%。表 1 显示,2005 年至 2008 年没有一家银行的动态 DEA 有效值为 0,这说明中国银行系统的生产效率并没有达到最优。从区域划分的评价结果来看,发达地区银行分支机构的动态效率要高于欠发达地区的银行分支机构。

此外,由于各银行总体的年度松弛变量 S_k^i 等于银行内部各个分支机构年度松弛变量 S_{pk}^i 之和,由此可以观察出年度银行的无(有)效率是源于它的哪个分支结构。表 2 为各银行内部按区域划分的动态效率排名,从表 2 的具体结果可以看出,中国商业银行的地区效率基本遵循沿海地区-中部地区-西部地区依次递减的态势,且此规律在国有银行中体现得更为明显。

并联决策单元的动态 DEA 效率评价方法可以依据各银行及其分支机构的年度 DEA 有效值判断它们

在样本期间内的效率改进状况。以深发银行为例,2005 年至 2008 年其年度 DEA 有效值分别为 0.779、0.639、0.751 和 0.909,根据 DEA 方法的投影理论,各年度在产出保持不变的情况下,可以分别减少投入 22.1%、36.1%、24.9% 和 9.1%,进一步可认为该银行年度平均效率改进为

$$\frac{\frac{22.1\% - 36.1\%}{22.1\%} + \frac{36.1\% - 24.9\%}{36.1\%} + \frac{24.9\% - 9.1\%}{24.9\%}}{3} = 10.37\%$$

这意味着在 2005 年至 2008 年 3 个年度里深发银行距离有效前沿面的距离平均比上一年拉近 10.37%,该行 2006 年度效率改进为 $-63.35\% \left(\frac{22.1\% - 36.1\%}{22.1\%} \right)$,这意味着与 2005 年度相比 2006 年该行距离生产有效前沿面的距离拉大了 63.35%。

同理还可以考量银行内部不同地区分支机构的效率改进情况。表 3 给出各银行及分支机构的效率改进排名,结合表 1 的结果可以看出,国有银行不但绝对效率排名整体上落后于股份制银行,并且效率改进的排名也落后于股份制银行。从表 3 中并没有发现存在于各个银行之间的共同规律,也没有发现存在于所有股份制银行或所有国有银行内的规律,这说明中国八大经济区域之间的环境差别并不是影响银行效率改进的主要原因。不同银行效率的改进

速度在同一区域存在很大的差异,区域分支机构的效率改进差异更多的来自于各银行本身的差异。例如西南地区的浦发银行在所有浦发银行的区域分支

机构效率改进排名中位列第一,但西南地区的招商银行在所有招商银行的区域分支机构效率改进的排名中却位列最末。

表2 各银行内部按区域划分的动态效率排名
Table 2 Dynamic Efficiency Ranking According to Districts

| 排名 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 工商银行 | 东部沿海 | 南部沿海 | 北部沿海 | 长江中游 | 黄河中游 | 西南地区 | 西北地区 | 东北地区 |
| 中国银行 | 东部沿海 | 北部沿海 | 南部沿海 | 东北地区 | 长江中游 | 黄河中游 | 西南地区 | 西北地区 |
| 建设银行 | 东部沿海 | 北部沿海 | 南部沿海 | 东北地区 | 长江中游 | 西南地区 | 黄河中游 | 西北地区 |
| 农业银行 | 东北地区 | 东部沿海 | 南部沿海 | 长江中游 | 北部沿海 | 西南地区 | 黄河中游 | 西北地区 |
| 交通银行 | 东部沿海 | 南部沿海 | 北部沿海 | 东北地区 | 长江中游 | 黄河中游 | 西南地区 | 西北地区 |
| 中信银行 | 东部沿海 | 南部沿海 | 北部沿海 | 东北地区 | 长江中游 | 黄河中游 | 西北地区 | 西南地区 |
| 光大银行 | 东部沿海 | 南部沿海 | 北部沿海 | 东北地区 | 长江中游 | 黄河中游 | 西北地区 | 西南地区 |
| 华夏银行 | 西南地区 | 南部沿海 | 东部沿海 | 长江中游 | 西北地区 | 北部沿海 | 黄河中游 | 东北地区 |
| 民生银行 | 南部沿海 | 东部沿海 | 北部沿海 | 长江中游 | 东北地区 | 西南地区 | 西北地区 | 黄河中游 |
| 广发银行 | 长江中游 | 西南地区 | 北部沿海 | 黄河中游 | 南部沿海 | 东部沿海 | 东北地区 | 西北地区 |
| 招商银行 | 东部沿海 | 长江中游 | 东北地区 | 北部沿海 | 南部沿海 | 西南地区 | 黄河中游 | 西北地区 |
| 浦发银行 | 东部沿海 | 北部沿海 | 南部沿海 | 长江中游 | 东北地区 | 西南地区 | 黄河中游 | 西北地区 |
| 深发银行 | 东部沿海 | 北部沿海 | 南部沿海 | 东北地区 | 长江中游 | 黄河中游 | 西北地区 | 西南地区 |
| 兴业银行 | 南部沿海 | 北部沿海 | 长江中游 | 东部沿海 | 东北地区 | 西南地区 | 黄河中游 | 西北地区 |

表3 各银行及其内部按区域划分的效率年度改进排名
Table 3 Efficiency of Improving Annual Ranking According to Districts

| 银行排名 | 银行内部各区域效率年度环比增长速度排名 | | | | | | | | |
|------|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | |
| 工商银行 | 6 | 东北地区 | 西南地区 | 西北地区 | 南部沿海 | 东部沿海 | 长江中游 | 黄河中游 | 北部沿海 |
| 中国银行 | 13 | 西北地区 | 黄河中游 | 西南地区 | 东北地区 | 南部沿海 | 长江中游 | 北部沿海 | 东部沿海 |
| 建设银行 | 10 | 东部沿海 | 南部沿海 | 黄河中游 | 长江中游 | 西南地区 | 东北地区 | 北部沿海 | 西北地区 |
| 农业银行 | 11 | 北部沿海 | 西南地区 | 长江中游 | 西北地区 | 东北地区 | 黄河中游 | 南部沿海 | 东部沿海 |
| 交通银行 | 5 | 西北地区 | 黄河中游 | 东部沿海 | 东北地区 | 北部沿海 | 西南地区 | 南部沿海 | 长江中游 |
| 中信银行 | 7 | 黄河中游 | 西北地区 | 北部沿海 | 西南地区 | 东北地区 | 长江中游 | 东部沿海 | 南部沿海 |
| 光大银行 | 14 | 西北地区 | 黄河中游 | 东北地区 | 西南地区 | 长江中游 | 南部沿海 | 北部沿海 | 东部沿海 |
| 华夏银行 | 2 | 南部沿海 | 黄河中游 | 北部沿海 | 长江中游 | 东北地区 | 西南地区 | 南部沿海 | 西北地区 |
| 民生银行 | 1 | 黄河中游 | 南部沿海 | 东部沿海 | 北部沿海 | 长江中游 | 西北地区 | 东北地区 | 西南地区 |
| 广发银行 | 12 | 东北地区 | 北部沿海 | 西北地区 | 东部沿海 | 黄河中游 | 南部沿海 | 长江中游 | 西南地区 |
| 招商银行 | 4 | 东部沿海 | 长江中游 | 东北地区 | 南部沿海 | 西北地区 | 北部沿海 | 黄河中游 | 西南地区 |
| 浦发银行 | 9 | 西南地区 | 东部沿海 | 西北地区 | 黄河中游 | 北部沿海 | 长江中游 | 东北地区 | 南部沿海 |
| 深发银行 | 8 | 东部沿海 | 北部沿海 | 长江中游 | 西南地区 | 南部沿海 | 东北地区 | 西北地区 | 黄河中游 |
| 兴业银行 | 3 | 东北地区 | 南部沿海 | 北部沿海 | 东部沿海 | 长江中游 | 西北地区 | 西南地区 | 黄河中游 |

5 结论

本研究提出具有并联决策单元内部结构的复杂生产系统的动态 DEA 效率评价方法,并以中国 14 家商业银行为例,具体地演示此种评价方法。研究结果表明,考虑并联内部结构的动态 DEA 模型通过将决策单元的整体约束分解为决策单元中所有独立生产单元的约束之和,不但改善 DEA 模型的效率测算精度,克服传统 DEA 模型高估效率指数的缺陷,还可以在一个较长时期内考量系统的生产效率和内部生产单位的效率变动情况。基于中国 14 家商业银行不同经济区域分支机构的应用表明,2005 年至 2008 年没有一家银行的动态效率指数为 0,这说明中国银行系统的生产效率并没有达到最优,中国商业银行的地区效率基本遵循沿海地区-中部地区-西部地区依次递减的态势,此规律在中国国有银行中的体现更为明显,影响银行效率改进的主要原因是各银行本身的差异,而不是不同经济区域之间的环境差别。

参考文献:

- [1] Charnes A, Cooper W W, Rhodes E. Measuring the efficiency of decision making units [J]. *European Journal of Operational Research*, 1978, 2(6): 429-444.
- [2] 杨锋, 梁樑, 查勇, 苟清龙. 基于完全包络面的 DEA Super 效率评价方法 [J]. *管理科学*, 2008, 21(4): 69-74.
Yang Feng, Liang Liang, Zha Yong, Gou Qinglong. DEA super efficiency evaluation model based on the complete envelopment frontier [J]. *Journal of Management Science*, 2008, 21(4): 69-74. (in Chinese)
- [3] Jahanshahloo G R, Afzalinejad M. A ranking method based on a full-inefficient frontier [J]. *Applied Mathematical Modeling*, 2006, 30(3): 248-260.
- [4] Wang Y M, Yang J B. Measuring the performances of decision making units using interval efficiencies [J]. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 2007, 198(1): 253-267.
- [5] Fare R, Grosskopf S. Productivity and intermediate products: A frontier approach [J]. *Economics Letters*, 1996, 50(1): 65-70.
- [6] Fare R, Grosskopf S. Network DEA [J]. *Socio-Economic Planning Sciences*, 2000, 34(1): 35-49.
- [7] Sexton T R, Lewis H F. Two-stage DEA: An application to major league baseball [J]. *Journal of Productivity Analysis*, 2003, 19(2/3): 227-249.
- [8] Lewis H F, Sexton T R. Network DEA: Efficiency analysis of organizations with complex internal structure [J]. *Computers & Operations Research*, 2004, 31(8): 1365-1410.
- [9] Chen Y, Zhu J. Measuring information technology's indirect impact on firm performance [J]. *Information Technology & Management Journal*, 2004, 5(1): 9-22.
- [10] Chen Y, Liang L, Yang F, Zhu J. Evaluation of information technology investment: A data envelopment analysis approach [J]. *Computers and Operations Research*, 2006, 34(3): 1368-1379.
- [11] 黄薇. 中国保险机构资金运用效率研究: 基于资源型两阶段 DEA 模型 [J]. *经济研究*, 2009(8): 37-49.
Huang Wei. Efficiency of insurance fund utilization in Chinese insurance companies: A resource-based two-stage DEA model [J]. *Economic Research Journal*, 2009(8): 37-49. (in Chinese)
- [12] Yang Y S, Ma B J, Masayuki K. Efficiency measuring DEA model for production system with k independent subsystems [J]. *Journal of the Operations Research Society of Japan*, 2000, 43(3): 343-354.
- [13] Chen Y, Liang L, Yang F. A DEA game model approach to supply chain efficiency [J]. *Annals of Operations Research*, 2006, 145(1): 5-13.
- [14] Liang L, Yang F, Cook W D, Zhu J. DEA models for supply chain efficiency evaluation [J]. *Annals of Operations Research*, 2006, 145(1): 35-49.
- [15] 毕功兵, 梁樑, 杨锋. 两阶段生产系统的 DEA 效率评价模型 [J]. *中国管理科学*, 2007, 15(2): 92-96.
Bi Gongbing, Liang Liang, Yang Feng. A DEA-based efficiency-measuring model for a two-stage production system [J]. *Chinese Journal of Management Science*, 2007, 15(2): 92-96. (in Chinese)
- [16] 毕功兵, 梁樑, 杨锋. 资源约束型两阶段生产系统的 DEA 效率评价模型 [J]. *中国管理科学*, 2009, 17(2): 71-75.
Bi Gongbing, Liang Liang, Yang Feng. A DEA-based efficiency-measuring model for two-stage production systems with constrained resources [J]. *Chinese Journal of Management Science*, 2009, 17(2): 71-75. (in Chinese)
- [17] 段永瑞, 田澎, 张卫平. 具有独立子系统的 DEA 模型及其应用 [J]. *管理工程学报*, 2006, 20(1): 27-31.
Duan Yongrui, Tian Peng, Zhang Weiping. DEA models with independent subsystems and their application [J]. *Journal of Engineering Management*, 2006, 20(1): 27-31. (in Chinese)
- [18] Kao C. Efficiency measurement for parallel production systems [J]. *European Journal of Operational Research*, 2009, 196(8): 1107-1112.
- [19] 杨锋, 梁樑, 凌六一, 查勇. 并联结构决策单元的 DEA 效率评价研究 [J]. *中国管理科学*, 2009, 17(6): 157-162.
Yang Feng, Liang Liang, Ling Liuyi, Zha Yong. DEA

- efficiency evaluating models for DMUs with parallel structure [J]. *Chinese Journal of Management Science*, 2009, 17(6): 157-162. (in Chinese)
- [20] Siems T F. Quantifying management's role in bank survival [J]. *Economic Review*, 1992(Q1): 29-41.
- [21] Yue P. Data envelopment analysis and commercial bank performance: A primer with applications to missouri banks [J]. *Federal Reserve Bank of ST. LOUIS*, 1992, 74(3): 31-45.
- [22] Favero C A, Papi L. Technical efficiency and scale efficiency in the Italian banking sector: A non-parametric approach [J]. *Applied Economics*, 1995, 27(4): 385-95.
- [23] Wheelock D C, Wilson P W. Technical progress, inefficiency, and productivity change in US banking, 1984-1993 [J]. *Journal of Money, Credit, and Banking*, 1999, 31(2): 212-234.
- [24] Ila M, Semenick A. A nonparametric approach for assessing productivity dynamics of large U. S. banks [J]. *Journal of Money, Credit, and Banking*, 2001, 33(1): 121-139.
- [25] Park K H, Weber W L. A note on efficiency and productivity growth in the Korean banking industry, 1992-2002 [J]. *Journal of Banking and Finance*, 2006, 80(3): 2371-23861.
- [26] 王付彪, 沈谦, 陈永春. 我国商业银行技术效率与技术进步实证研究(1998-2004) [J]. *金融研究*, 2006(8): 122-132.
- Wang Fubiao, Shen Qian, Chen Yongchun. The study of technical efficiency and technical progress of the commercial banks in China; 2000-2004 [J]. *Journal of Finance*, 2006(8): 122-132. (in Chinese)
- [27] 朱超. 中国银行业效率动态变化的 Malmquist 指数研究: 2000-2004 [J]. *经济科学*, 2006(5): 51-62.
- Zhu Chao. The study of change of China's banking dynamic efficiency based on Malmquist index; 2000-2004 [J]. *Economic Science*, 2006(5): 51-62. (in Chinese)
- [28] 柯孔林, 冯宗宪. 中国银行业全要素生产率测度: 基于 Malmquist-luenberger 指数研究 [J]. *数量经济技术经济研究*, 2008(4): 110-120.
- Ke Konglin, Feng Zongxian. Total factor productivity measurement of China's bank industry based on Malmquist-luenberger index [J]. *The Journal of Quantitative & Technical Economics*, 2008(4): 110-120. (in Chinese)
- [29] Berger A N, Humphrey D B. Efficiency of financial institutions: International survey and directions for future research [J]. *European Journal of Operational Research*, 1997, 98(4): 175-212.

Dynamic DEA Efficiency Evaluation for DMU with Parallel Structure

Zhao Meng

Department of Finance, Jinan University, Guangzhou 510632, China

Abstract: The parallel system with parallel structure is a typical complex system whose inside structure is combined with many parallel production units instead of the traditional black box. Integrating the time dimension with DEA efficiency evaluation method for DMU with parallel structure, and adding the constraints of planning, the dynamic DEA efficiency evaluation index was demonstrated. We took 14 commercial banks as example to demonstrate it. The result shows that firstly no bank has zero dynamic indexes from 2005 to 2008 which indicates our bank's production efficiency did not get optimal. Secondly, the district efficiency follows the situation which decreases progressively from costal areas to central areas and western area. This pattern is embodied more obviously in state-owned banks. Thirdly, the proper differences among banks are the main reason to influence the improvement of bank efficiency instead of the regional environment differences.

Keywords: data envelopment analysis (DEA); DMU with parallel structure; dynamic efficiency evaluation; commercial banks

Received Date: April 1st, 2010 **Accepted Date:** January 13th, 2011

Funded Project: Supported by the National Social Science Foundation of China(10CJY021)

Biography: Zhao Meng, a Hebei Fengning native(1980 -), is a Ph. D. candidate in the Department of Finance at Jinan University. His research interests include international finance and investment bank, etc. E-mail: zhaom1980@163.com

□