

# 基于基尼系数-交叉效率的多属性决策方法

段金利<sup>1,2</sup>, 张岐山<sup>1†</sup>

(1. 福州大学 经济与管理学院, 福州 350116; 2. 福建中医药大学 药学院, 福州 350122)

**摘要:** 在数据包络分析(DEA)方法的基础上,提出一种基于基尼系数-交叉效率的多属性决策方法,用于解决具有多个投入、产出指标的多属性决策问题. 首先,借鉴基尼系数的优化准则构建基尼系数-交叉评价策略模型,从而得到相对唯一的DEA交叉效率矩阵;然后,应用基尼准则计算各个效率值所包含的信息纯度,并借之实现交叉效率矩阵的集结;最后,根据集结结果对决策单元进行排序和择优. 所提决策方法不仅能够克服传统DEA交叉效率方法的交叉评价策略选择难的问题,而且能够保证决策过程的客观性和公平性. 同时,所提方法还对交叉评价所得的决策信息进行提纯,为科学合理地进行决策提供更多的有效信息. 通过对中国各地区的医疗资源配置效率进行实证,验证了所提出方法的有效性和实用性.

**关键词:** 数据包络分析; 交叉评价策略; 基尼系数; 效率集结; 排序

中图分类号: C934

文献标志码: A

## Multi-attribute decision-making method based on Gini coefficient and cross efficiency

DUAN Jin-li<sup>1,2</sup>, ZHANG Qi-shan<sup>1†</sup>

(1. School of Economics & Management, Fuzhou University, Fuzhou 350116, China; 2. College of Pharmacy, Fujian University of Traditional Chinese Medicine, Fuzhou 350122, China)

**Abstract:** Based on the data envelopment analysis(DEA) method, the multi-attribute decision-making method based on Gini coefficient and cross efficiency is proposed for solving the multi-attribute decision-making problem with multiple inputs and outputs. Firstly, the method introduces the optimization criterion of Gini coefficient to construct the Gini coefficient and cross efficiency strategy model, which can be used to gain a relative unique DEA cross efficiency matrix. Then, the Gini criterion is used to calculate the information purity of each efficiency value for cross efficiency matrix aggregation. Finally, according to the results of aggregation, the decision-making units(DMUs) are ranked. The decision-making method not only overcomes the problem that the cross evaluation strategy is difficult to choose in the traditional DEA cross efficiency method, but also ensures the objectivity and fairness in the decision-making process. In addition, the method also can purify the information obtained by cross evaluation, so that more effective information is provided to make scientific and reasonable decisions. An empirical study on the allocation efficiency of medical resources in China is provided to illustrate the effectiveness and practicability of the proposed method.

**Keywords:** data envelopment analysis; cross evaluation strategy; Gini coefficient; efficiency aggregation; ranking

## 0 引言

由于现实决策问题的复杂性和人类选择决策的主观性,决策者在面临多属性决策问题时往往难以对决策单元(DMU)作出科学客观的评价. 因此,数据包络分析(DEA)自提出以来就受到广泛的重视,并凭借其客观性和非参性,迅速成为最常用的多属性决策方

法之一<sup>[1]</sup>. 然而,传统的DEA方法允许DMU根据自身的投入产出特性来灵活地评价自身效率,从而导致评价效率虚高且无法实现全排序的问题<sup>[2]</sup>. 为了克服这个问题, Sexton等<sup>[3]</sup>引入他评机制,构建了DEA交叉效率决策方法,其基本思想在于,集结所有DMU评价视角来衡量某一DMU的效率,并以此作为排序或

收稿日期: 2017-03-26; 修回日期: 2017-08-17.

基金项目: 国家自然科学基金项目(71602035); 福建省科技厅软科学项目(2017R0048); 福建省教育厅项目(JAS150290).

责任编委: 梁樑.

作者简介: 段金利(1979—),女,讲师,博士生,从事决策与对策、医疗数据挖掘的研究; 张岐山(1962—),男,教授,博士生导师,从事灰色系统理论、管理信息系统与决策支持系统等研究.

†通讯作者. E-mail: zhangqs@fzu.edu.cn

择优的基准. 之后, 国内外诸多学者又针对交叉效率模型存在评价标准不唯一的问题进行研究, 并提出了多种不同的交叉评价策略<sup>[4-5]</sup>, 从而帮助决策者科学地进行多属性决策. 然而, 现有的交叉效率方法虽然能够较为客观地评价DMU, 但在评价过程中往往笼统地将DMU之间的关系看成是竞争型或合作型<sup>[6]</sup>, 亦或带上了目标诱导<sup>[7]</sup>, 这使得评价结果产生了偏见, 影响决策行为的公平性. 基尼系数是经济学上用以衡量公平性最常用的指标之一<sup>[8]</sup>, 由其衍生出的基尼准则也是决策理论中被用来度量决策信息纯度的重要指标<sup>[9]</sup>. 因此, 本文将基尼系数和基尼准则分别引入DEA交叉效率模型中, 构建新的多属性决策方法. 该方法不仅有助于提高交叉评价策略的公平性, 而且优化了交叉评价效率矩阵的集结方式, 从而帮助决策者制定公平导向的排序或择优基准, 实现客观科学的多属性决策.

## 1 理论基础

### 1.1 DEA交叉效率评价方法

假设有 $n$ 个DMU, 每个DMU都具有 $m$ 种投入和 $s$ 种产出. 对于任意的DMU $_j$ 而言, 其投入向量和产出向量均可表示为 $X_j = (x_{1j}, \dots, x_{mj})^T$ 和 $Y_j = (y_{1j}, \dots, y_{sj})^T$ , 则对于某一特定的DMU $_d$ , 其效率值可以由传统的DEA方法得到, 具体模型如下:

$$\begin{aligned} \max \theta_{dd} &= \sum_{r=1}^s u_{rd} y_{rd} / \sum_{i=1}^m v_{id} x_{id}. \\ \text{s.t.} \quad &\sum_{r=1}^s u_{rd} y_{rj} / \sum_{i=1}^m v_{id} x_{ij} \leq 1, \quad j = 1, 2, \dots, n; \\ &u_{rd}, v_{id} \geq 0, \quad r = 1, 2, \dots, s, \quad i = 1, 2, \dots, m. \end{aligned} \quad (1)$$

其中:  $\theta_{dd}$ 为DMU $_d$ 的效率,  $u_{rd}$ 和 $v_{id}$ 均为决策变量. 式(1)可以通过Charnes-Cooper变换转化为线性规划进行求解, 其转化后模型如下:

$$\begin{aligned} \max \theta_{dd} &= \sum_{r=1}^s u_{rd} y_{rd}. \\ \text{s.t.} \quad &\sum_{i=1}^m v_{id} x_{id} = 1; \\ &\sum_{r=1}^s u_{rd} y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_{id} x_{ij} \leq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n; \\ &u_{rd}, v_{id} \geq 0, \quad r = 1, 2, \dots, s, \quad i = 1, 2, \dots, m. \end{aligned} \quad (2)$$

式(2)往往具有多个最优解<sup>[2]</sup>, 因此国内外的学者们在式(2)的基础上, 提出了多种不同的交叉评

价策略来进行二次规划, 以便得到相对唯一的最优解. 其中, 最常用的是激进型交叉评价策略和宽容型交叉评价策略. 激进型交叉评价策略是在保证自身效率最优的情况下, 最小化其他所有DMU的效率; 宽容型交叉评价策略则是在同样的情况下, 最大化其他所有DMU的效率. 这两种模型是经典的交叉效率模型(可参见文献[6]), 在此不作详细介绍.

**定义1** 若 $\theta_{dd}^*$ 、 $v_{id}^*$  ( $i = 1, 2, \dots, m$ )和 $u_{rd}^*$  ( $r = 1, 2, \dots, s$ )为式(2)的最优解, 则称 $\theta_{dd}^*$ 为DMU $_d$ 的自评效率,  $\theta_{dj} = \sum_{r=1}^s u_{rd}^* y_{rj} / \sum_{i=1}^m v_{id}^* x_{ij}$  ( $j = 1, 2, \dots, n, j \neq d$ )为DMU $_d$ 对DMU $_j$ 的他评效率.

传统交叉效率的最终评价结果可以表示为

$$\theta_d = \sum_{j=1}^n \theta_{jd} / n. \quad (3)$$

### 1.2 基尼系数与基尼准则

基尼系数最早出现在经济学领域, 并用于衡量国民收入的公平性. 假设实际收入曲线和收入分配绝对平等曲线之间的面积为 $A$ , 实际收入分配曲线下方的面积为 $B$ , 则 $A$ 与 $A+B$ 的比值称为基尼系数. 该系数的经济意义在于计算所有国民(收入组)之间的收入比率之差, 其常用的计算方法如下:

$$G = \frac{1}{n} \sum_{i=2}^n \sum_{1=j < i} (p_i - p_j). \quad (4)$$

其中:  $p_i$ 表示个体(收入组) $i$ 的收入占总体收入的比例,  $n$ 表示国民(收入组)的数量. 需要注意的是, 在基尼系数的计算中, 个体(收入组)的收入排列呈现为阶梯状, 即, 若 $i > j$ , 则必有 $p_i \geq p_j$ .

胡祖光<sup>[10]</sup>认为现有的基尼系数算法较为复杂, 其通过严格的数学推导和验证, 将基尼系数的计算方法简化为

$$G = \max_{j \in \{1, 2, \dots, n\}} (p_j) - \min_{j \in \{1, 2, \dots, n\}} (p_j). \quad (5)$$

之后, 基尼系数的思想又被应用在决策理论中, 并拓展为基尼准则, 用于衡量决策信息的纯度<sup>[11]</sup>, 其值 $Q$ 可以表示为

$$Q = 1 - \sum_{j=1}^n (p_j^2),$$

其中 $p_j$ 表示类别 $j$ 在总体中所占的比例.  $Q$ 越大, 信息的纯度越小, 反之则越大. 因此, 也可以将决策信息 $j$ 的信息纯度定义为

$$K = \sum_{j=1}^n p_j^2. \quad (6)$$

## 2 基于基尼系数-交叉效率的多属性决策方法

### 2.1 理想与不理想DMU的构建

在实际的决策过程中,投入越少产出越多的DMU,其评价效率值也就越高;反之,评价效率值越低.因此,本文定义两个虚拟的DMU.

**定义2** 若令

$$\begin{aligned} X &= (\underline{x}_1 = \min_{j \in \{1,2,\dots,n\}} (x_{1j}), \dots, \\ &\quad \underline{x}_m = \min_{j \in \{1,2,\dots,n\}} (x_{mj}))^T, \\ Y &= (\bar{y}_1 = \max_{j \in \{1,2,\dots,n\}} (y_{1j}), \dots, \\ &\quad \bar{y}_s = \max_{j \in \{1,2,\dots,n\}} (y_{sj}))^T \end{aligned}$$

为 $\overline{DMU}$ 的投入向量和产出向量,则可称 $\overline{DMU}$ 为理想DMU;若令

$$\begin{aligned} \bar{X} &= (\bar{x}_1 = \max_{j \in \{1,2,\dots,n\}} (x_{1j}), \dots, \\ &\quad \bar{x}_m = \max_{j \in \{1,2,\dots,n\}} (x_{mj}))^T, \\ Y &= (\underline{y}_1 = \min_{j \in \{1,2,\dots,n\}} (y_{1j}), \dots, \\ &\quad \underline{y}_s = \min_{j \in \{1,2,\dots,n\}} (y_{sj}))^T \end{aligned}$$

为 $\underline{DMU}$ 的投入向量和产出向量,则可称 $\underline{DMU}$ 为不理想DMU.

**定理1** 对于任意一个 $DMU_d$ 而言,若 $\bar{\theta}$ 为 $\overline{DMU}$ 的效率,则必存在 $\bar{\theta} \geq \theta_{dd}$ ;若 $\underline{\theta}$ 为 $\underline{DMU}$ 的效率,则必存在 $\underline{\theta} \leq \theta_{dd}$ .

**证明** 由式(1)可知,任意一个自评效率均可以表示为 $\theta_{dd} = \sum_{r=1}^s u_{rd}y_{rd} / \sum_{i=1}^m v_{id}x_{id}$ .由定义2可知,必有 $\underline{x}_i \leq x_{id} (i = 1, 2, \dots, m), \bar{y}_r \geq y_{rd} (r = 1, 2, \dots, s)$ .又因为任意的 $x, y, u, v$ 均为非负数,则必有 $\sum_{r=1}^s u_{rd}\bar{y}_r \geq \sum_{r=1}^s u_{rd}y_{rd}$ 和 $\sum_{i=1}^m v_{id}\underline{x}_i \leq \sum_{i=1}^m v_{id}x_{id}$ .从而可知必然存在 $\bar{\theta} \geq \theta_{dd}$ .同理可证,必然存在 $\underline{\theta} \leq \theta_{dd}$ . □

Wang等<sup>[12]</sup>认为理想和不理想DMU分别是所有DMU想要追求和远离的DMU,它们可以为评价现有DMU提供很好的参照基准.正是由于这种特性,本文将它们引入交叉评价策略的构建中,尝试以它们为参照标准来客观公正地解决传统DEA方法最优解不唯一的问题.

### 2.2 基尼系数-交叉评价策略模型

传统的激进型和宽容型交叉评价策略虽然能够较好地解决最优解不唯一的问题,但却没有充分的理由来表明其决策优化过程的合理性<sup>[13]</sup>.为了更好地

体现交叉评价策略的公平性,本节尝试引入基尼系数及其优化方法来构建新的交叉评价策略模型.由胡祖光<sup>[10]</sup>的基尼系数简化计算方法可知,交叉效率评价的基尼系数可以用所有DMU中最大效率和最小效率之间的差值来表示.但是在评价之前,决策者无法获知这些DMU的准确效率值.而由定理1可知, $\overline{DMU}$ 的效率大于等于所有DMU的效率,且 $\underline{DMU}$ 的效率小于等于所有DMU的效率.因此,本文借助基尼系数的优化准则,可以认为在保证被评DMU自身效率最优的前提下, $\bar{\theta}$ 与 $\underline{\theta}$ 之间的差值越小,其评价基准越公平.

若直接以 $\min \bar{\theta} - \underline{\theta} = \sum_{r=1}^s u_{rd}\bar{y}_r / \sum_{i=1}^m v_{id}\underline{x}_i - \sum_{r=1}^s u_{rd}y_r / \sum_{i=1}^m v_{id}\bar{x}_i$ 为目标函数,则模型将是一个非凸的非线性规划,难以进行求解.因此,本文以自评最优效率 $\theta_{dd}^*$ 为媒介,构建基尼系数-交叉评价策略模型,其具体模型如下:

$$\begin{aligned} \min & S_d^- + S_d^+ \\ \text{s.t.} & \sum_{i=1}^m v_{id}x_{id} = 1; \\ & \sum_{r=1}^s u_{rd}y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_{id}x_{ij} \leq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n; \\ & \sum_{r=1}^s u_{rd}y_{rd} - \theta_{dd}^* \sum_{i=1}^m v_{id}x_{id} = 0; \\ & \sum_{r=1}^s u_{rd}\bar{y}_r - \theta_{dd}^* \sum_{i=1}^m v_{id}\underline{x}_i - S_d^- = 0; \\ & \sum_{r=1}^s u_{rd}y_r - \theta_{dd}^* \sum_{i=1}^m v_{id}\bar{x}_i + S_d^+ = 0; \\ & u_{rd}, v_{id} \geq 0, \quad r = 1, 2, \dots, s, \quad i = 1, 2, \dots, m. \end{aligned} \tag{7}$$

其中:第1~第3条约束是保证 $DMU_d$ 的自评效率等于其最优值 $\theta_{dd}^*$ ;  $S_d^-$ 表示 $\bar{\theta}$ 与 $\theta_{dd}^*$ 之间的效率偏差,  $S_d^+$ 表示 $\underline{\theta}$ 与 $\theta_{dd}^*$ 之间的效率偏差,目标函数是使 $S_d^-$ 和 $S_d^+$ 之和最小.由定理1可知,  $S_d^-, S_d^+$ 均大于等于0.

**定理2**  $S_d^-$ 的值与 $\bar{\theta}$ 的值成正比,而 $S_d^+$ 的值与 $\underline{\theta}$ 的值成反比.

**证明** 因为 $\bar{\theta}$ 是 $\overline{DMU}$ 的效率,故有 $\sum_{r=1}^s u_{rd}\bar{y}_r - \bar{\theta} \sum_{i=1}^m v_{id}\underline{x}_i = 0$ .由定理1可知,存在 $\bar{\theta} \geq \theta_{dd}^*$ ,所以有 $\sum_{r=1}^s u_{rd}\bar{y}_r - \theta_{dd}^* \sum_{i=1}^m v_{id}\underline{x}_i - S_d^- = 0$ .因此,可以得到

$$\sum_{r=1}^s u_{rd}\bar{y}_r - \theta_{dd}^* \sum_{i=1}^m v_{id}\bar{x}_i - S_d^- - \left( \sum_{r=1}^s u_{rd}\bar{y}_r - \bar{\theta} \sum_{i=1}^m v_{id}\bar{x}_i \right) = \bar{\theta} \sum_{i=1}^m v_{id}\bar{x}_i - \theta_{dd}^* \sum_{i=1}^m v_{id}\bar{x}_i - S_d^- = 0,$$

从而可得

$$S_d^- = (\bar{\theta} - \theta_{dd}^*) \sum_{i=1}^m v_{id}\bar{x}_i.$$

由此可知,  $S_d^-$  的值与  $\bar{\theta} - \theta_{dd}^*$  的值成正比. 又因为  $\theta_{dd}^*$  是已知的, 则  $S_d^-$  的值与  $\bar{\theta}$  的值成正比. 同理可得  $S_d^+ = (\theta_{dd}^* - \underline{\theta}) \sum_{i=1}^m v_{id}\bar{x}_i$ , 因此  $S_d^+$  的值与  $\underline{\theta}$  的值成反比. □

由定理2可知, 在DMU<sub>d</sub>自评效率最优的前提下, 式(7)的最优解能够尽可能地减少DMU与DMU之间的效率偏差. 因此, 该交叉评价策略模型既保证了自评效率的最优性, 有效地缓解最优解不唯一的问题, 还充分体现了评价基准的公平性.

### 2.3 基于基尼准则的效率集结方法

通过交叉评价策略模型, 可以得到  $n$  组不同的最优权重  $u_{rd}^* (r = 1, 2, \dots, s)$  和  $v_{id}^* (i = 1, 2, \dots, m)$ . 因此, 所有DMU的自评效率和他评效率可以组成一个交叉效率矩阵

$$\begin{bmatrix} \theta_{11} & \theta_{12} & \cdots & \theta_{1d} & \cdots & \theta_{1n} \\ \theta_{21} & \theta_{22} & \cdots & \theta_{2d} & \cdots & \theta_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \theta_{d1} & \theta_{d2} & \cdots & \theta_{dd} & \cdots & \theta_{dn} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \theta_{n1} & \theta_{n2} & \cdots & \theta_{nd} & \cdots & \theta_{nn} \end{bmatrix}.$$

如式(3)所示, 传统的交叉效率模型是通过对效率矩阵进行简单的相加求平均来计算最终效率的. 这种集结方法无疑会导致大量的信息丢失, 难以充分反映DMU的实际效率. 为了更好地利用效率矩阵提供的决策信息, 本文借助基尼系数在决策领域中的衍生品——“基尼准则”来公平合理地对交叉评价结果进行有效集结, 具体步骤如下.

Step 1: 计算各个效率值在效率矩阵中的  $p$  值, 即

$$p_{ij} = \theta_{ij} / \sum_{i=1}^n \theta_{ij}, j = 1, 2, \dots, n;$$

Step 2: 根据式(4)计算每列效率值所包含的信息

$$\text{纯度 } K_j, \text{ 即 } K_j = \sum_{i=1}^n p_{ij}^2;$$

Step 3: 对信息纯度进行归一化, 得到每列效率的

权重值, 即  $W_j = K_j / \sum_{j=1}^n K_j$ ;

Step 4: 根据效率的权重, 对交叉效率矩阵进行集结, 得到每个DMU的最终效率值, 即  $\theta_j^* = \sum_{j=1}^n W_j \theta_{ij}$ .

基于基尼准则的效率集结方法可以根据交叉效率矩阵所包含的信息纯度进行有效集结, 因此所得的最终效率值能够更加全面客观地反映DMU的实际效率情况.

### 3 算例分析

本节对2014年中国大陆31个地区的医疗资源配置情况进行实证分析, 以此说明本文方法的有效性和可行性. 结合决策环境的实际情况和数据的可取性, 选择医疗机构总资产(亿元)、医疗机构床位数(千张)、卫生人员数(千人)作为投入指标, 选择诊疗人次数(万次)和入院人数(千人)作为产出指标. 需要注意的是, 由于医疗资源配置的非营利性, 其经济收益并未被考虑为产出指标<sup>[14]</sup>, 具体数据来源于《中国卫生统计年鉴2015》.

根据本文所提出的方法对中国各地区的医疗资源配置效率进行计算, 其结果如表1所示.

表1 2014年中国各地区医疗资源配置效率评价结果

地区	自评效率	排序	本文方法所得效率	排序
北京	0.912	17	0.616	27
天津	0.896	19	0.753	21
河北	1.000	1	0.886	11
山西	0.671	28	0.581	30
内蒙古	0.624	31	0.587	29
辽宁	0.733	26	0.683	24
吉林	0.662	30	0.628	26
黑龙江	0.669	29	0.616	28
上海	1.000	1	0.867	13
江苏	0.916	15	0.814	17
浙江	1.000	1	0.888	10
安徽	0.915	16	0.855	14
福建	0.883	21	0.828	16
江西	1.000	1	0.969	1
山东	0.903	18	0.813	18
河南	1.000	1	0.880	12
湖北	0.977	12	0.900	7
湖南	0.984	11	0.898	8
广东	1.000	1	0.939	3
广西	1.000	1	0.955	2
海南	0.780	24	0.698	23
重庆	0.998	10	0.908	6
四川	0.948	13	0.889	9
贵州	1.000	1	0.928	4
云南	1.000	1	0.922	5
西藏	0.741	25	0.560	31
陕西	0.791	23	0.723	22
甘肃	0.895	20	0.802	19
青海	0.725	27	0.675	25
宁夏	0.824	22	0.759	20
新疆	0.944	14	0.842	15

由表1可知:传统DEA方法所得的结果为自评效率,其评价结果具有9个效率为1的有效DMU,决策者无法仅靠其结果对这些有效DMU进行排序和择优;而本文所提的基于基尼系数-交叉效率的决策方法可以得到一个更为公平、全面、客观的全排序结果,从而帮助决策者科学合理地进行多属性决策.从其结果可知,当前中国各地区的医疗资源配置效率并不高,且效率的高低与是否为沿海经济发达地区并无明显的关联,这是由医疗资源分配失衡和管理激励手段失当所导致的<sup>[15]</sup>.

为了更好地说明本文方法的有效性,使用传统的激进型和宽容型交叉效率方法对中国各地区的医疗资源配置效率作进一步的分析,其结果如图1和图2所示.

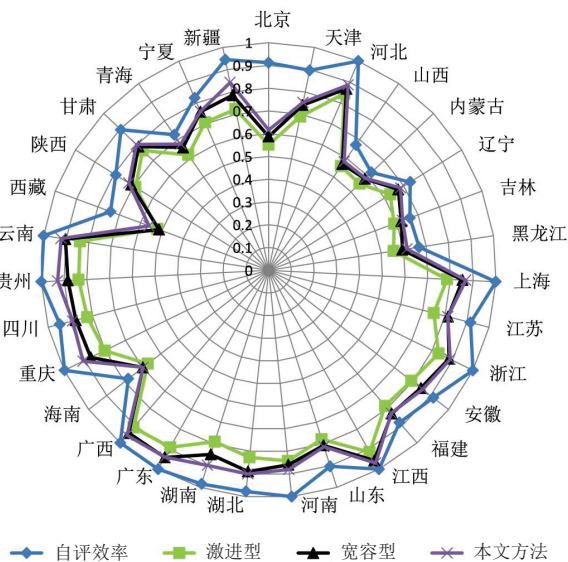


图1 效率评价结果比较

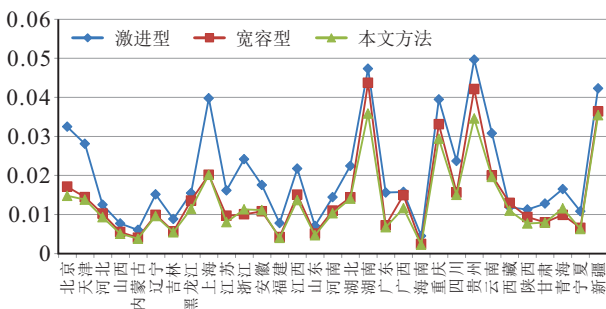


图2 不同地区交叉效率值的方差

由图1可知,自评效率仅从DMU的自身利益出发来选择最优的决策基准,因此所得效率值普遍偏高;激进型与宽容型交叉效率方法虽然结合了他评视角,较好地解决了传统DEA方法局限于自评视角的缺陷,却无法给出充分的理由来说明决策方法的合理性;本文方法借助基尼系数优化准则,从公平视角来衡量DMU,并通过交叉评价结果的信息纯度来进

行效率集结,全面客观地反映了DMU的实际效率情况.从不同决策方法效率评价结果的比较可知,本文方法的评价结果和传统交叉效率决策方法的评价结果在整体趋势上是一致的.

由图2可知,在不同决策方法下,同一地区所得的交叉效率评价值的方差各不相同.从整体上看,本文方法所得结果的方差最小,即每个地区所得的交叉效率值的波动最小.这说明本文方法较好地还原了各地区的实际效率值,尽可能地避免了对DMU效率的低估和高估.

此外,本文利用式(4)分别计算了激进型、宽容型交叉效率方法和本文方法在不同评价基准下所得效率值的基尼系数,其结果如图3所示.可以看到的是,本文方法所得基尼系数值在整体上最小,这说明本文方法使得各个地区的效率分布更加均衡,较好地规避了地区间的纵容包庇和恶意评价,具有较好的公平性.

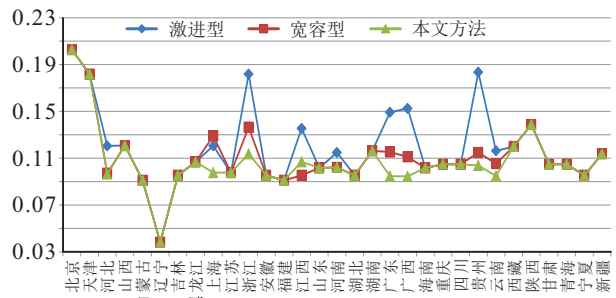


图3 不同地区视角下的基尼系数值比较

### 4 结论

传统交叉效率方法虽然较好地克服了DEA方法评价效率虚高且无法实现全排序的问题,但其交叉评价策略的制定缺乏足够的理论依据,导致决策者在决策过程中容易无所适从.本文方法借助基尼系数能够反映公平性的特点来制定决策基准,构建了基尼系数-交叉评价策略模型,同时利用基尼准则来提纯交叉评价结果,全面客观地实现了交叉效率矩阵的集结.该多属性决策方法不仅克服了传统DEA交叉效率决策方法的交叉评价策略选择难问题,而且充分保证了决策过程中的公平性.以2014年中国各地区医疗资源配置的效率评价为实证背景,对本文方法与传统DEA交叉效率决策方法进行比较分析,其结果既表明了本文方法的有效性和科学性,也体现了其在实际决策中的应用价值.

### 参考文献(References)

[1] Liu J S, Lu L Y Y, Lu W M. Research fronts in data envelopment analysis[J]. Omega, 2016, 58: 33-45.

[2] Wu J, Chu J, Sun J, et al. DEA cross-efficiency evaluation based on Pareto improvement[J]. *European J of Operational Research*, 2016, 248(2): 571-579.

[3] Sexton T R, Silkman R H, Hogan A J. Data envelopment analysis: Critique and extensions[M]. Silkman R H ed. *Measuring Efficiency: An Assessment of Data Envelopment Analysis*. San Francisco: Jossey-Bass, 1986.

[4] 龚本刚, 张孝琪, 郭丹丹. 基于证据理论-DEA交叉效率的混合型多属性决策方法[J]. *控制与决策*, 2016, 31(5): 943-948.  
(Gong B G, Zhang X Q, Guo D D. Method for hybrid multiple attribute decision-making based on Dempster-Shafer theory and cross efficiency of DEA[J]. *Control and Decision*, 2016, 31(5): 943-948.)

[5] 陈磊, 王应明. 基于环境绩效视角的交叉效率评价方法[J]. *系统工程学报*, 2016, 31(5): 700-709.  
(Chen L, Wang Y M. Cross efficiency evaluation method based on environmental performance[J]. *J of Systems Engineering*, 2016, 31(5): 700-709.)

[6] Doyle J, Green R. Efficiency and cross-efficiency in DEA: Derivations, meanings and uses[J]. *J of the Operational Research Society*, 1994, 45(5): 567-578.

[7] Wu J, Chu J, Sun J, et al. Extended secondary goal models for weights selection in DEA cross-efficiency evaluation[J]. *Computers & Industrial Engineering*, 2016, 93: 143-151.

[8] Fabrizi E, Trivisano C. Small area estimation of the Gini concentration coefficient[J]. *Computational Statistics & Data Analysis*, 2016, 99: 223-234.

[9] Chandra B, Varghese P P. Fuzzifying Gini index based decision trees[J]. *Expert Systems with Applications*, 2009, 36(4): 8549-8559.

[10] 胡祖光. 基尼系数理论最佳值及其简易计算公式研究[J]. *经济研究*, 2004, 39(9): 60-69.  
(Hu Z G. A study of the best theoretical value of Gini coefficient and its concise calculation formula[J]. *Economic Research J*, 2004, 39(9): 60-69.)

[11] 王海燕, 于荣, 郑继媛, 等. DEA-Gini准则在城市公共交通企业绩效评价中的应用[J]. *系统工程理论与实践*, 2012, 32(5): 1083-1090.  
(Wang H Y, Yu R, Zheng J Y, et al. Evaluating the efficiency of urban public transit enterprises: An application of DEA-Gini approach[J]. *Systems Engineering — Theory & Practice*, 2012, 32(5): 1083-1090.)

[12] Wang Y M, Luo Y. DEA efficiency assessment using ideal and anti-ideal decision making units[J]. *Applied Mathematics & Computation*, 2006, 173(2): 902-915.

[13] 李春好, 苏航, 佟轶杰, 等. 基于理想决策单元参照求解策略的DEA交叉效率评价模型[J]. *中国管理科学*, 2015, 23(2): 116-122.  
(Li C H, Su H, Tong Y J, et al. DEA cross-efficiency evaluation model by the solution strategy referring to the ideal DMU[J]. *Chinese J of Management Science*, 2015, 23(2): 116-122.)

[14] 王中华, 李湘君. 补偿机制转化与公立医院产出效率驱动[J]. *系统工程*, 2015, 33(8): 95-104.  
(Wang Z H, Li X J. Compensation mechanism reform and public hospital output efficiency[J]. *Systems Engineering*, 2015, 33(8): 95-104.)

[15] Hu H H, Qi Q, Yang C H. Analysis of hospital technical efficiency in China: Effect of health insurance reform[J]. *China Economic Review*, 2012, 23(4): 865-877.

(责任编辑: 齐 霖)

## 下 期 要 目

时滞系统的完全稳定性研究综述 ..... 李旭光, 等

带有偏序锥的DEARA模型研究及应用 ..... 张炳江, 等

基于自适应模糊 $H_\infty$ 控制的可重复使用运载器再入姿态控制 ..... 窦立谦, 等

求解带容量约束车辆路径问题的混合变邻域生物共栖搜索算法 ..... 李 阳, 等

基于强化学习的无线自组网络多节点干扰策略 ..... 颀孙少帅, 等

混合值不完备系统的双邻域粗糙集分类方法 ..... 黄恒秋, 等

基于共享矢量链的多任务概念漂移分类方法 ..... 史荧中, 等

一种协作式车队控制的新方法 ..... 于晓海, 等

信息融合架构下的新型再生制动控制策略 ..... 何 耀, 等

大范围WRSNs的数据路由和无线充电算法 ..... 孙永辉, 等