

文章编号: 1001-0920(2008)04-0420-05

# 一种基于样本评价集群竞争环境与组合效率的方法

马占新

(内蒙古大学 经济管理学院, 呼和浩特 010021)

**摘要:** 针对集群竞争环境与竞争性组合效率评价问题, 首先, 给出了一种基于样本单元评价集群成员有效性程度的非参数方法; 然后, 以该方法输出的信息为基础, 给出了一套能够分别反映集群整体效率、局部效率以及个体对整体效率影响程度的指标和相应的计算公式; 进而, 给出了用于集群内部某些特殊单元群无效原因分析、有效状态预测以及整体优化的定量方法; 最后, 探讨了基于竞争目的的组合方案评价方法及其应用。

**关键词:** 综合评价; 数据包络分析; 多目标决策; 样本单元; 组合有效性

中图分类号: N94 文献标识码: A

## Approach for evaluating competitive environment and combination efficiency by using some sample units

MA Zhanxin

(School of Economics and Management, Inner Mongolia University, Hohhot 010021, China. E-mail: man969187@sohu.com)

**Abstract:** For evaluating the competitive environment and combination efficiency of decision-making units, a comprehensive evaluating method by using some sample units is given. Then, the definitions and computational methods of some indexes which can reflect the efficiency of a cluster or its part are provided. At the same time, some methods, such as how to analyzing the inefficient reasons of a group, how to forecast the efficient state and improve the efficiency of a group, are given by constructing input-output analysis table of a cluster. Finally, some methods for evaluating the combination efficiency and their applications on enterprises are discussed.

**Key words:** Comprehensive evaluation; Data envelopment analysis; Multi-objective decision-making; Sample unit; Combination efficiency

### 1 引言

竞争与联合问题广泛存在于经济和社会发展的各个层面, 对其研究一直是管理科学和经济学研究的重点之一。尤其在中国加入世贸组织以后, 来自国内外参与市场竞争的因素越来越多, 竞争的广度和深度不断加大, 对国内市场的冲击也进一步加深。因此, 如何正确估计群体效率状况, 有效判断复杂条件下的竞争环境, 并通过有效联合来达到提升自身实力、抑制竞争对手的目的, 将成为企业关注的热点。另一方面, 激烈的竞争也有可能导出一系列负面影响, 比如价格战、恶意收购等。对于市场的监管者而言, 掌握复杂环境下的地区企业群落整体态势也是实现有效调控的基本前提。

数据包络分析 (DEA) 方法在评价生产有效性问题上具有独特的优势<sup>[1]</sup>, 它不仅可以有效克服确

定指标权重的困难, 而且还能给出问题无效的原因, 因而, 得到广泛的应用和发展<sup>[2-6]</sup>。但由于传统的 DEA 方法无法将被评价对象与评价标准分离<sup>[7]</sup>, 在利用样本单元评价竞争环境与组合效率问题时也遇到了无法回避的困难。因此, 以下给出一种基于样本评价集群竞争环境和组合效率的非参数方法 (Sam-DEA)。该方法的提出不仅将传统 DEA 方法提供信息的方式由仅能依据决策单元自身扩展到可以依据任何比较对象的情况, 同时, 也是 DEA 方法在评价群体组合效率上的一种尝试。

### 2 竞争型集群组合问题描述与集群成员效率度量方法

假设在某一区域内参与某种竞争的决策单元有  $n$  个, 其特征可由  $m$  种输入和  $q$  种输出表示, 其中第  $j$  个决策单元的输入输出指标值分别为  $x_j =$

收稿日期: 2006-12-30; 修回日期: 2007-05-29.

基金项目: 国家自然科学基金项目 (70501012); 内蒙古大学 513 人才计划项目.

作者简介: 马占新 (1970—), 男, 内蒙古乌兰浩特人, 教授, 博士生导师, 从事综合评价与决策分析等研究.

$(x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{mj})^T$  和  $y_j = (y_{1j}, y_{2j}, \dots, y_{qj})^T$ , 其中  $(x_j, y_j) > 0$ .  $T_{DMU} = \{DMU_j \mid j = 1, 2, \dots, n\}$  称为决策单元集群.

为了便于描述竞争环境与组合效率问题, 首先根据决策者的目标将决策单元集群分成以下几个部分: 1) 核心单元集 (Co): 是整个联合方案的策划者; 2) 竞争单元集 (Cp): 是核心单元竞争对象的集合; 3) 目标单元集 (Go): 是核心单元准备联合的候选对象的集合; 4) 中立单元集 (Ne): 是核心单元没有考虑的决策单元集合.

假设决策者事先选择了  $\bar{n}$  个样本单元或样本点作为效率评价的参照, 其中第  $j$  个样本单元的输入输出指标值分别为  $\bar{x}_j, \bar{y}_j$ , 其中  $\bar{x}_j, \bar{y}_j > 0$ . 那么, 如何利用  $\bar{n}$  个样本单元的指标数据从定量的角度为群体竞争环境分析以及组合效率评价提供有效的信息呢? 以下给出一种基于数据包络分析理论的评价方法 (Sam-DEA).

DEA 方法虽然在评价生产有效性方面具有独特的优势, 但无法将被评价对象与参照对象分离, 因此在评价这类问题时遇到了无法回避的困难, 可以从以下例子中得到说明: 为了适应市场经济体制, 有 4 个按计划经济体制配置的企业 (决策单元)  $M_1, M_2, M_3, M_4$  准备进行转型和改革. 在改革前决策者将它们与先前成功转型的 3 个企业 (样本单元)  $S_1, S_2, S_3$  进行比较, 希望从中发现企业改革的模式和值得借鉴的经验.

图 1 为决策单元在生产可能集中的分布. 从图 1 可以看出, 应用传统 DEA 方法 ( $C^2GS^2$ ) 获得的生产可能集是  $B, A, S_2, M_1, M_2$  围成的区域, 其中 DEA 有效生产前沿面  $F_1$  是由决策单元和样本单元混合构成的. 这表明决策者只能获得相对于决策单元和样本单元的混合信息, 而无法得到相对于样本数据包络面  $F_2$  的信息, 即无法获得与先前成功转型企业的比较信息.

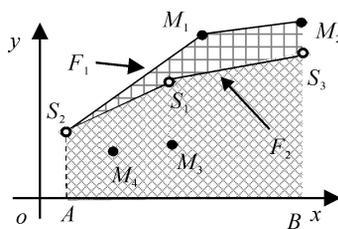


图 1 决策单元在生产可能集中的分布

为了解决 DEA 方法的这一弱点, 以下首先给出了一种能够依据样本单元来度量集群成员有效性程度的方法. 根据样本单元满足的生产条件不同, 应用传统 DEA 方法构造生产可能集的理论<sup>[8-11]</sup>. 样本单元确定的生产可能集  $\bar{T}$  可统一表示如下:

$$\bar{T} = \left\{ (x, y) \mid \sum_{j=1}^{\bar{n}} \bar{x}_j x_j = x, \sum_{j=1}^{\bar{n}} \bar{y}_j y_j = y, \sum_{j=1}^{\bar{n}} \theta_j = 1, \theta_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, \bar{n} \right\}$$

其中  $\theta_1, \theta_2, \theta_3$  是取值为 0 或 1 的参数.

对于某个决策单元  $DMU_j$ , 若样本单元确定的生产可能集中没有哪个单元的生产状况比  $DMU_j$  更好, 则称  $DMU_j$  是有效的. 即在不增加投入的情况下, 样本生产可能集中没有哪个单元的产出优于  $DMU_j$  的产出; 或者在不减少产出的情况下, 样本生产可能集中没有哪个单元的投入比  $DMU_j$  的投入更少. 这样就可以给出以下有效性定义:

**定义 1** 对于某个决策单元  $DMU_j$ , 若不存在  $(x, y) \in \bar{T}$  使得  $x < x_j, y > y_j$ , 且至少有一个不等式严格成立, 则称决策单元  $DMU_j$  相对于样本单元是有效的, 简称 Sam-DEA 有效; 反之, 称为无效.

对于一个 Sam-DEA 无效的决策单元而言, 如何通过样本有效前沿面来找出其无效的原因, 给出其改进的可能方向, 同时, 利用样本前沿面对决策单元的效率进行度量呢? 可以通过以下定理 1 和定理 2 来实现.

考虑下面两个线性规划模型:

$$1) \text{ (D-Sam)} \begin{cases} \max & (\bar{e}^T s^- + e^T s^+) \\ \text{s. t.} & \sum_{j=1}^{\bar{n}} \bar{x}_j x_j + s^- = (1 - \sum_{j=1}^{\bar{n}} \theta_j) x_p \\ & \sum_{j=1}^{\bar{n}} \bar{y}_j y_j - s^+ = (1 - \sum_{j=1}^{\bar{n}} \theta_j) y_p \\ & \sum_{j=1}^{\bar{n}} \theta_j = 1 \\ & \theta_j \geq 0, j = 0, 1, \dots, \bar{n} + 1 \\ & s^-, s^+ \geq 0 \end{cases}$$

$$2) \text{ (D}_M) \begin{cases} \min & V_M \\ \text{s. t.} & \sum_{j=1}^{\bar{n}} \bar{x}_j x_j = (1 - \sum_{j=1}^{\bar{n}} \theta_j) x_p \\ & \sum_{j=1}^{\bar{n}} \bar{y}_j y_j = (1 - \sum_{j=1}^{\bar{n}} \theta_j) y_p \\ & \sum_{j=1}^{\bar{n}} \theta_j = 1 \\ & \theta_j \geq 0, j = 0, 1, \dots, \bar{n} + 1 \end{cases}$$

其中:  $e = (1, 1, \dots, 1)^T$ ,  $\bar{e} = (1, 1, \dots, 1)^T$ ,  $e_m = (1, 1, \dots, 1)^T$ . 应用文献[1, 7]中的有关结论不难证明以下两个定理成立.

**定理 1 (投影定理)** 若决策单元  $DMU_p$  为

Samr-DEA 无效,  $s^{-0}, s^{+0}, j = 0(j = 0, 1, \dots, \bar{n} + 1)$  是规划(D-Sam)的最优解, 则  $(x_p - s^{-0}, y_p + s^{+0})$  为 Samr-DEA 有效.

**定理 2** 决策单元  $DMU_p$  是 Samr-DEA 有效的, 当且仅当规划(DM)的最优值等于 1, 且对它的每个最优解  $^0 = (0, 0, \dots, \frac{0}{n+1})^T$  和  $^0$  都有

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^{\bar{n}} \bar{x}_{j}^0 &= (0 - \frac{0}{n+1}) x_p, \\ \sum_{j=1}^{\bar{n}} \bar{y}_{j}^0 &= (1 - \frac{0}{n+1}) y_p. \end{aligned}$$

由定理 1 可知, 若决策单元  $DMU_p$  不为 Samr-DEA 有效, 则  $s^{-0}$  和  $s^{+0}$  至少有一个非零, 此时  $(x_p - s^{-0}, y_p + s^{+0}) \neq T$  且为 Samr-DEA 有效. 由此可知决策单元  $DMU_p$  的整体特征没有达到 Samr-DEA 有效状态的原因主要表现在其特征指标还有改进的可能性, 改进的方向和空间可用  $s^{-0}$  和  $s^{+0}$  刻画, 并且根据定理 1, 调整后的状态  $(x_p - s^{-0}, y_p + s^{+0})$  为有效状态.

由定理 2 可以看出, 作为决策单元效率度量的一种尺度, 它给出了决策单元在保持产出不变的前提下, 其投入按同一比例减少的可能倍数.

### 3 评价集群竞争环境与组合效率的方法

联合、竞争与重组广泛存在于人类社会的各个层面, 对它的研究具有重要意义. 传统的数据包络分析方法只能评价决策单元的个体效率, 如何应用该方法评价决策单元群体效率问题还是一项新的、具有探索性的工作. 以下从样本数据包络分析方法(Samr-DEA)出发, 对群体组合效率评价与竞争环境分析问题进行研究.

#### 3.1 用于子群效率分析的指标和计算公式

对于集群中的某子群 ST(为简单起见不妨设  $ST = \{DMU_1, \dots, DMU_h\}$ ), 假设对第  $j$  个决策单元应用模型(D-Sam)进行计算, 得到的最优解为  $s_j^- = (s_{1j}^-, s_{2j}^-, \dots, s_{mj}^-)$ ,  $s_j^+ = (s_{1j}^+, s_{2j}^+, \dots, s_{qj}^+)$ , 应用模型(DM)进行计算, 得到的最优值为  $^j$ . 则有以下指标和计算公式:

1) 决策单元指标相差值  $(s_j^-, s_j^+)$ . 由定理 1 可知  $(s_j^-, s_j^+)$  一方面指出了  $DMU_j$  与样本单元刻画的有效生产状态相比存在的差距, 同时, 也指出了它改进的方向和可能的尺度.

2) 决策单元指标改进度  $(R_j^-, R_j^+)$ .

$$R_j^- = (s_{1j}^- / x_{1j}, s_{2j}^- / x_{2j}, \dots, s_{mj}^- / x_{mj}) \times 100\%,$$

$$R_j^+ = (s_{1j}^+ / y_{1j}, s_{2j}^+ / y_{2j}, \dots, s_{qj}^+ / y_{qj}) \times 100\%$$

给出了  $DMU_j$  达到有效状态在输入输出指标上需要改进的比例.

3) 决策单元效率值  $(^j)$ .  $^j$  给出了在保持产出

$y_j$  不变的前提下,  $DMU_j$  将投入  $x_j$  按同一比例减少的可能尺度.

4) 决策单元输入输出相差值  $(L_j^-, L_j^+)$ .  $L_j^- = \sum_{i=1}^m v_i s_{ij}^-, L_j^+ = \sum_{r=1}^q u_r s_{rj}^+$ . 其中:  $v_i$  是第  $i$  个输入指标对应的权重,  $u_r$  是第  $r$  个输出指标对应的权重. 它们反映了  $DMU_j$  与样本单元刻画的有效状态在输入和输出总量上存在的差距.

5) 指标相差值的单元影响度  $(I_{ij}^-, I_{ij}^+)$ .  $I_{ij}^- = (v_i s_{ij}^- / L_j^-) \times 100\%$ ,  $I_{ij}^+ = (u_r s_{rj}^+ / L_j^+) \times 100\%$ . 主要反映了决策单元  $DMU_j$  在第  $i$  种输入和第  $r$  种输出上的不合理对该单元总体效率的影响程度.

6) 子群 ST 的群体指标相差值  $(P_i^-, P_i^+)$ .  $P_i^- = \sum_{j=1}^h g_j s_{ij}^-, P_i^+ = \sum_{j=1}^h g_j s_{rj}^+$ . 给出了决策单元群在输入指标  $i$  和输出指标  $r$  上相对于样本单元刻画的有效状态之间存在的差距, 其中  $g_j$  是第  $j$  个决策单元的权重.

7) 单元指标相差值的群体影响度  $(P_{ij}^-, P_{ij}^+)$ .  $P_{ij}^- = (g_j s_{ij}^- / P_i^-) \times 100\%$ ,  $P_{ij}^+ = (g_j s_{rj}^+ / P_i^+) \times 100\%$ . 给出了在投入指标  $i$  和输出指标  $r$  上, 决策单元  $DMU_j$  的无效性对整个子群 ST 效率的影响程度.

另外, 还可以计算决策单元的输入输出值在子群中占有的比重, 并与上述效率指标进行联合分析.

#### 3.2 基于效率的集群竞争环境分析方法

为了简单起见, 将所有决策单元按核心单元、竞争单元、目标单元、中立单元的顺序排列, 则对应 3.1 节的计算公式如表 1 所示.

通过对上述指标数据进行分析 and 计算, 使决策者可以从个体与整体两个方面把握自身的效率状况与群落的整体态势. 这主要表现在: 1) 上述数据可以给出集群中个体成员的效率状况以及无效的原因, 并预测个体单元的有效状态和调整的可行方向; 2) 通过综合指标可以把握决策单元子群的效率状况, 找出群落无效原因以及个体行为对整个子群的影响程度. 同时, 应用这些方法还能预测子群的有效状态, 这有助于发现群落发展的可行趋势. 因而, 这些指标和计算公式对决策者正确认识自身效率, 有效优化单元结构, 合理定位自身所处竞争环境并制定相应竞争与联合策略都可以提供许多有用的信息.

#### 3.3 组合方案的有效性评价方法

竞争是自然界和人类社会普遍存在的一种最基本的活动规律, 如自然界中的生存斗争、人类社会中的市场竞争、人才竞争、科技竞争等. 在竞争过程

表 1 决策单元集群效率特征指标的计算公式与投入 - 产出效率分析

集合名称	核心单元集(Co)	竞争单元集(Cp)	目标单元集(Go)	中立单元集(Ne)
集合属性	整个联合方案的设计者	核心单元的竞争对手	核心单元联合的候选对象	核心单元不予考虑的单元
集合成员	$\{DMU_1, \dots, DMU_h\}$	$\{DMU_{h+1}, \dots, DMU_t\}$	$\{DMU_{t+1}, \dots, DMU_k\}$	$\{DMU_{k+1}, \dots, DMU_n\}$
单元指标相差值	$s_j, s_j^+, 1 \quad j \quad h$	$s_j, s_j^+, h+1 \quad j \quad t$	$s_j, s_j^+, t+1 \quad j \quad k$	$s_j, s_j^+, k+1 \quad j \quad n$
单元指标改进度	$R_j, R_j^+, 1 \quad j \quad h$	$R_j, R_j^+, h+1 \quad j \quad t$	$R_j, R_j^+, t+1 \quad j \quad k$	$R_j, R_j^+, k+1 \quad j \quad n$
单元效率值	${}_j, 1 \quad j \quad h$	${}_j, h+1 \quad j \quad t$	${}_j, t+1 \quad j \quad k$	${}_j, k+1 \quad j \quad n$
单元输入输出相差值	$L_j, L_j^+, 1 \quad j \quad h$	$L_j, L_j^+, h+1 \quad j \quad t$	$L_j, L_j^+, t+1 \quad j \quad k$	$L_j, L_j^+, k+1 \quad j \quad n$
指标相差值的单元影响度	$l_{ij} = v_i s_{ij}^- / L_j^+, l_{ij}^+ = u_r s_{ij}^+ / L_j^+$	$l_{ij} = v_i s_{ij}^- / L_j^+, l_{ij}^+ = u_r s_{ij}^+ / L_j^+$	$l_{ij} = v_i s_{ij}^- / L_j^+, l_{ij}^+ = u_r s_{ij}^+ / L_j^+$	$l_{ij} = v_i s_{ij}^- / L_j^+, l_{ij}^+ = u_r s_{ij}^+ / L_j^+$
群体指标相差值	$P_i = \sum_{j=1}^h g_j s_{ij}^-, P_i^+ = \sum_{j=1}^h g_j s_{ij}^+$	$P_i = \sum_{j=h+1}^t g_j s_{ij}^-, P_i^+ = \sum_{j=h+1}^t g_j s_{ij}^+$	$P_i = \sum_{j=t+1}^k g_j s_{ij}^-, P_i^+ = \sum_{j=t+1}^k g_j s_{ij}^+$	$P_i = \sum_{j=k+1}^n g_j s_{ij}^-, P_i^+ = \sum_{j=k+1}^n g_j s_{ij}^+$
单元指标相差值的群体影响度	$P_{ij} = g_j s_{ij}^- / P_i, P_{ij}^+ = g_j s_{ij}^+ / P_i^+$	$P_{ij} = g_j s_{ij}^- / P_i, P_{ij}^+ = g_j s_{ij}^+ / P_i^+$	$P_{ij} = g_j s_{ij}^- / P_i, P_{ij}^+ = g_j s_{ij}^+ / P_i^+$	$P_{ij} = g_j s_{ij}^- / P_i, P_{ij}^+ = g_j s_{ij}^+ / P_i^+$

中,决策者常常通过联合其他单元的方式来增强实力、优化结构,从而达到提升自我、抑制对手的目的。那么,如何利用样本单元评价基于竞争目的的组合效率问题呢?下面给出两种分析方法。

3.3.1 基于效率值的关键集团法

决策者从打造集群核心竞争力出发,主要从大型集团的角度来考察联合与竞争的关系,并以自身关键集团与竞争对象中关键集团的平均效率指数差距拉大为竞争目标,有下面关键集团效率法:

$$F = \max_{i \in M} \left( \frac{g_j \quad j / \quad \text{Cor}_i}{\quad} - \frac{g_j \quad j / \quad \text{Com}}{\quad} \right).$$

其中:  $S = \{U_1, U_2, \dots, U_M\}$  是联合方案的集合,  $U_i = \{DMU_{i_1}, DMU_{i_2}, \dots, DMU_{i_{m_i}}\} \subseteq Go$ ,  $Cor_i$  是  $Co$  中  $U_i$  中的关键单元的集合,  $Com$  是  $Cp$  中关键单元的集合。

3.3.2 基于效率值的加权平均效率法

决策者把新组建的联合集团与竞争单元集分别作为一个整体,把拉大两个整体的效率差距作为联合的目标,并以各单元效率的加权平均值作为每个整体效率的大小,有下面平均效率法:

$$F = \max_{i \in M} \left( \frac{g_j \quad j / \quad \text{Co} \quad U_i}{\quad} - \frac{g_j \quad j / \quad \text{Cp}}{\quad} \right).$$

这里方案  $F$  是使联合体单元的加权平均效率指数与竞争集团单元的加权平均效率指数差距最大

的一种方案。

3.4 组合方案的优化模型

如果决策者选择了某一组合方案  $Co \quad U_i$ , 那么,决策者可以通过重组企业资源和改造企业结构等方式来优化组合后的新集团。在(D-Sam)模型中,用  $x_j, y_j$  分别代替  $x_p, y_p$  进行分析,获得的相差值  $s^-$  和  $s^+$  指出了新组合单元和样本单元刻画的有效生产状态相比存在的差距,并指出了该组合方案改进的方向和可能的尺度。

4 竞争环境分析与组合方案评价方法在企业集群分析中的应用

假设某地区有 8 家运输公司,其中公司 3 在地区竞争中,效益不断降低,利润逐年下降,公司决策者通过市场分析后发现本公司的竞争压力主要来源于公司 2 和公司 5 的竞争。为了应对来自于地区内部和外部竞争的压力,公司 3 与其同盟者(公司 1)决定通过联合其他公司的办法来提高自身竞争能力,并对公司 2 和公司 5 产生相对的制约。在联合前,公司领导根据实际情况选择了 6 家国内明星示范运输企业作为参照,准备对该地区 8 家企业的效率状况、竞争环境以及拟采取的联合方案进行全面的分析和评价。8 个公司与样本企业的指标数据如表 2 所示。

(1) 决策者所处竞争环境分析

1) 决策者与竞争对手之间的比较分析: 从生

表 2 8 个公司与样本企业的指标数据

万元

	决策单元								样本单元					
	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	C <sub>6</sub>	C <sub>7</sub>	C <sub>8</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	C <sub>6</sub>
资金投入指数	21.14	58.05	70.32	22.4	20.21	24.32	29.5	18.34	44.34	60.12	24.98	33.45	18.87	29.32
工作人员投资指数	16	36	39	25	27	30	21	19	23	26	19	20	16	21
运输车辆投资指数	13	12	12	10	10	9	10	17	9	12	7	6	5	13
利润总额	13.71	50.51	43.53	21.8	16.87	16.75	18.74	18.05	26.77	44.02	19.34	20.46	11.29	14.57

生产的有效性状况看,在决策主体单元中,公司1的生产有效,公司3无效,而在竞争单元集中,公司2和5的生产均有效.通过单元指标改进度的计算表明,公司3无效的原因主要表现在资金使用和人员效率低下,如果在保持获得利润不变的情况下,能够将资金的使用降低15.5%,工作人员投资指数减少33.69%,公司的生产才能达到有效状态.从决策者与竞争对手之间的整体结构上看,其整体规模基本相当,除人员投资指数外,决策主体单元群在其他两项投入指标上均高于竞争对象,但利润却只是竞争对象的85%.决策主体单元群无效性主要是公司3的低效率导致的.因为公司3的资金总额、工作人员投资指数、获得的利润额3项指标均占决策主体单元群70%以上的份额,所以,对公司3的改造是提升整个决策主体单元群效率的关键.

2) 决策者联合对象的整体状况分析:从生产的有效性状况看,在目标单元群中,公司4和8的生产有效,公司6和7的生产无效,其有效性次序为公司4和8 > 公司6 > 公司7.通过单元指标改进度的计算表明,公司6无效的原因主要表现在人员效率和运输车辆效率过低.如果在保持获得利润不变的情况下,能够将工作人员投资指数减少39.9%,运输车辆投资指数减少29.33%,公司6的生产才能达到有效状态.公司7无效的原因主要表现在资金使用效率、人员效率和运输车辆效率都较低,在保持获得利润不变的情况下,如果能够将资金投入减少16.9%,工作人员投资指数减少10.57%,运输车辆投资指数减少31.5%,公司7的生产才能达到有效状态.

### (2) 组合方案的有效性评价

假设根据决策者的意愿,可供选择的组合方案按公司的序号分类有如下几种: $\{1,3,4,7\}$ , $\{1,3,6,7\}$ , $\{1,3,4,8\}$ , $\{1,3,6,8\}$ , $\{1,3,4,7,8\}$ , $\{1,3,6,7,8\}$ , $\{1,3,4,6,7\}$ , $\{1,3,4,6,8\}$ , $\{1,3,4,6,7,8\}$ .如果取 $(g_1, g_2, \dots, g_8) = (1, 2, 3, 1, 1, 1, 1, 1)$ ,则应用关键集团效率法和加权平均效率法计算结果均表明组合方案3是最优方案,即公司1,3,4,8构成一个集团.

### (3) 组合方案的优化分析

决策者如果将公司1,3,4,8组合,形成一个新的集团,那么,新构成的集团在进行资源重组、资源配置方面需要如何进行调整呢?从新集团的每个成员无效性的累计看,如果将整个集团的资金投入指数减少10.90,工作人员投资指数减少13.14,运输车辆投资指数减少0.10,则整个集团即可以达到比较理想的状态.从新集团的整体投入产出看,应用3.4中的方法分析表明,采纳组合方案4构成的新集团是规模有效的.

## 5 结 论

近年来,企业集群化发展的趋势越来越明显,许多新的产业集群也在不断产生.为了适应国内外激烈的市场竞争,一个企业或企业群如何准确分析和把握竞争对手和竞争环境,已成为企业管理者关注的焦点.应用样本数据包络分析方法评价企业竞争环境和有效组合问题是一项具有探索性的工作,它对当前产业集群融合与发展、国有企业战略重组、宏观经济整体调控等许多热点和难点问题都有应用的可能性.当然,现在的工作还有待于进一步完善和发展.

## 参考文献(References)

- [1] 魏权龄. 数据包络分析[M]. 北京: 科学出版社, 2004. (Wei Quan-ling. Data envelopment analysis [M]. Beijing: Science Press, 2004.)
- [2] Cooper W W, Ruiz J L. Choosing weights from alternative optimal solutions of dual multiplier models in DEA[J]. European J of Operational Research, 2007, 180(1): 443-458.
- [3] Olesen O B, Petersen N C. Identification and use of efficient faces and facets in DEA[J]. J of Productivity Analysis, 2003, 20(3): 323-360.
- [4] Chen Y, Morita H, Zhu J. Multiplier bounds in DEA via strong complementary slackness condition solutions[J]. Int J of Production Economics, 2003, 86(1): 11-19.
- [5] Cooper W W, Seiford L M, Thanassoulis E, et al. DEA and its uses in different countries[J]. European J of Operational Research, 2004, 154(2): 337-344.

(下转第 430 页)

- line updated PID controllers for nonlinear process control[J]. J of Process Control, 2004, 14(2): 211-230.
- [4] 高宪文, 赵亚平. 焦炉模糊免疫自适应 PID 控制的应用研究[J]. 控制与决策, 2005, 20(12): 1346-1349.  
(Gao Xian-wen, Zhao Ya-ping. Application research on fuzzy immune adaptive PID control in coke oven [J]. Control and Decision, 2005, 20(12): 1346-1349.)
- [5] Sbarbaro D, Johansen T A. Analysis of artificial neural networks for pattern-based adaptive control [J]. IEEE Trans on Neural Networks, 2006, 17(5): 1184-1193.
- [6] Tursini M, Parasiliti F, Zhang D. Real-time gain tuning of PI controllers for high-performance PMSM drives[J]. IEEE Trans on Industry Applications, 2002, 38(4): 1018-1026.
- [7] 莫建林, 王伟, 许晓鸣, 等. 系统辨识中的闭环问题[J]. 控制理论与应用, 2002, 19(1): 9-14.  
(Mo Jian-lin, Wang Wei, Xu Xiao-ming, et al. Closed-loop problem in system identification [J]. Control Theory and Applications, 2002, 19(1): 9-14.)
- [8] 杨献勇. 热工过程自动控制[M]. 北京: 清华大学出版社, 2000.  
(Yang Xian-yong. Automatic control of thermal process [M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2000.)
- [9] Suganda P, Krishnaswamy P R, Rangaiah G P. On-line process identification from closed-loop tests under PI control[J]. Chemical Engineering Research and Design, Trans of the Institute of Chemical Engineers, 1998, 76(A4): 451-457.
- [10] 林茅琼, 陈增强, 袁著祉. 基于阻尼最小二乘法的神经网络预测偏差补偿自校正控制器[J]. 信息与控制, 2000, 29(1): 27-33.  
(Lin Mao-qiong, Chen Zeng-qiang, Yuan Zhu-zhi. Self-tuning controller for neural network predictive deviation compensation based on damped least square [J]. Information and Control, 2000, 29(1): 27-33.)
- [11] Astrom K J, Wittenmark B. 自适应控制[M]. 北京: 科学出版社, 2003.  
(Astrom K J, Wittenmark B. Adaptive control [M]. Beijing: Science Press, 2003.)
- [12] 胡寿松. 自动控制原理[M]. 北京: 科学出版社, 2001.  
(Hu Shou-song. Modern control theory [M]. Beijing: Science Press, 2003.)
- [13] 宋文忠, 蒋国平. 一种新型状态 PI 调节器的研究[J]. 自动化学报, 1997, 23(6): 786-792.  
(Song Wen-zhong, Jiang Guo-ping. On a new kind of state PI regulator [J]. Acta Automatica Sinica, 1997, 23(6): 786-792.)

(上接第 424 页)

- [6] 马占新. 数据包络分析方法的研究进展[J]. 系统工程与电子技术, 2002, 24(3): 42-46.  
(Ma Zhan-xin. Research development of data envelopment analysis [J]. Systems Engineering and Electronics, 2002, 24(3): 42-46.)
- [7] 马占新. 样本数据包络面的研究与应用[J]. 系统工程理论与实践, 2003, 23(12): 32-37.  
(Ma Zhan-xin. Frontier that is formed by some sample units and its applying [J]. Systems Engineering — Theory and Practice, 2003, 23(12): 32-37.)
- [8] Charnes A, Cooper W W, Rhodes E. Measuring the efficiency of decision making units [J]. European J of Operational Research, 1978, 6(2): 429-444.
- [9] Charnes A, Cooper W W, Golany B, et al. Foundations of data envelopment analysis for pareto-koopmans efficient empirical production functions [J]. J of Econometrics, 1985, 30(1): 91-107.
- [10] Färe R, Grosskopf S. A nonparametric cost approach to scale efficiency[J]. J of Economics, 1985, 87(4): 594-604.
- [11] Seiford L M, Thrall R M. The mathematical programming approach to frontier analysis [J]. J of Economics, 1990, 46(1/2): 7-38.