

# Applications of Fuzzy DEA to School-Running Benefit Evaluation of Higher Vocational Colleges

Xiaohong Zhang<sup>1</sup>, Yingwu Cao<sup>2</sup>

<sup>1</sup>College of Arts and Sciences, Shanghai Maritime University, Shanghai

<sup>2</sup>Jinhua Vocational Technology College, Jinhua

Email: [zxhonghz@263.net](mailto:zxhonghz@263.net), [zhangxh@shmtu.edu.cn](mailto:zhangxh@shmtu.edu.cn)

Received: Sep. 30<sup>th</sup>, 2014; revised: Oct. 13<sup>th</sup>, 2014; accepted: Oct. 20<sup>th</sup>, 2014

Copyright © 2014 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

---

## Abstract

The fuzzy DEA model and its solution method are introduced. Based on the actual data of 8 higher vocational colleges in Zhejiang province, the concrete applications of fuzzy DEA model to benefit evaluation of school-running in higher vocational colleges are discussed by using MATLAB. Finally, the calculation results are analyzed.

## Keywords

Data Envelopment Analysis, Fuzzy DEA, Linear Programming, Evaluation

---

# 模糊DEA在高职院校办学效益评价中的应用

张小红<sup>1</sup>, 曹鸷鹁<sup>2</sup>

<sup>1</sup>上海海事大学, 文理学院, 上海

<sup>2</sup>金华职业技术学院, 师范学院, 金华

Email: [zxhonghz@263.net](mailto:zxhonghz@263.net), [zhangxh@shmtu.edu.cn](mailto:zhangxh@shmtu.edu.cn)

收稿日期: 2014年9月30日; 修回日期: 2014年10月13日; 录用日期: 2014年10月20日

## 摘要

介绍了模糊DEA模型及其求解方法。依据浙江省8所高职院校的实际数据，并借助MATLAB讨论了模糊DEA模型在高职院校办学效益评价中的具体应用。最后，对计算结果进行了分析。

## 关键词

数据包络分析，模糊DEA，线性规划，办学效益，评价

## 1. 引言

数据包络分析( DEA, Data Envelopment Analysis)是由 A. Charnes、W. W. Cooper 和 E. Rhodes 于 1978 年提出的一种系统分析方法, 适合对若干同类型的具有多输入、多输出的部门(称作决策单元, 即 Decision Making Units, 简记为 DMU)进行相对效率评价和比较分析。DEA 方法以相对效率概念为基础, 以凸分析和线性规划为工具, 应用数学模型计算比较决策单元之间的相对有效性( DEA 有效)。目前, 专家学者已经将 DEA 方法推广到具有不确定性或模糊性的多输入、多输出决策单元系统中, 提出了不确定数据包络分析、模糊数据包络分析、粗糙 DEA 等多种模型(参见文献[1]-[4]); 同时, 这些模型被应用于许多领域(参见文献[5]-[7])。本文通过实例讨论模糊 DEA 在高职院校办学效益评价中的具体应用。

## 2. 模糊 DEA 模型概述

对于基本 DEA 模型 CCR(参见文献[1] [2]), 有“基于输入”和“基于输出”两种形式。“基于输入”是指在保持产出(输出) $Y_0$ 基本不变的情况下将投入(输入) $X_0$ 尽量减少; 如果已经无法减少, 则说明决策单元  $DMU_0$  是有效的。“基于输出的 CCR 模型”, 是在保持投入(输入) $X_0$ 基本不变的情况下将产出(输出) $Y_0$ 尽量扩大; 如果已经无法扩大, 则说明决策单元  $DMU_0$  是有效的。当输入输出指标用模糊数(常用的是三角模糊数, 参见[8])表示时, 相应的评价模型被称为模糊 DEA(Fuzzy DEA)。

本文沿用文献[1]中的记号, 对于模糊数  $\tilde{A}$  和实数  $\alpha \in [0, 1]$ ,  $\tilde{A}$  的  $\alpha$  截集  $A_\alpha = \{x \in R | \mu_{\tilde{A}}(x) \geq \alpha\}$  是实数域上的一个分明区间, 记为  $A_\alpha = [A_\alpha^L, A_\alpha^R]$ , 其中  $A_\alpha^L, A_\alpha^R$  分别表示区间的左右边界。特别地, 对三角模糊数  $\tilde{N} = (n_1, n_2, n_3)$ ,  $N_\alpha^L = n_1 + (n_2 - n_1)\alpha$ ,  $N_\alpha^R = n_3 - (n_3 - n_2)\alpha$ 。

设有  $n$  个决策单元  $DMU_j (j=1, 2, \dots, n)$ , 每个决策单元的输入和输出的数目分别是  $m, l$ 。基于输入的模糊 CCR 模型是对基于输入的确定性 CCR 模型的推广, 即考虑决策单元  $DMU_j (j=1, 2, \dots, n)$  的输入输出指标由精确值变为模糊向量时的评价模型。此时, 输入指标变为  $\tilde{X}_j = (\tilde{x}_{1j}, \dots, \tilde{x}_{mj})^T > 0$ , 输出指标变为  $\tilde{Y}_j = (\tilde{y}_{1j}, \dots, \tilde{y}_{lj})^T > 0$  时, 被评价单元  $DMU_0$  的相对有效性评价模型变为[1]:

$$\begin{aligned} & \min \theta \\ & s.t. \quad \sum_{j=1}^n \lambda_j \tilde{X}_j + S^- = \theta \tilde{X}_0, \\ & \quad \sum_{j=1}^n \lambda_j \tilde{Y}_j - S^+ = \tilde{Y}_0, \\ & \quad \lambda_j \geq 0, \quad j=1, \dots, n, \\ & \quad S^- \geq 0, \quad S^+ \geq 0. \end{aligned} \tag{M1}$$

依据截集方法和 DEA 评价的思想, 可将上述模型在  $\alpha$  置信水平下分别转化为极大值规划和极小值规

划(均为确定型线性规划):

$$\begin{aligned}
 & \min \theta \\
 \text{s.t.} \quad & \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq j_0}}^n \lambda_j X_{j\alpha}^R + \lambda_{j_0} X_{0\alpha}^L + S^- = \theta X_{0\alpha}^L \\
 & \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq j_0}}^n \lambda_j Y_{j\alpha}^L + \lambda_{j_0} Y_{0\alpha}^R - S^+ = Y_{0\alpha}^R, \\
 & \lambda_j \geq 0, \quad j = 1, \dots, n, \\
 & S^- \geq 0, \quad S^+ \geq 0.
 \end{aligned} \tag{M2}$$

$$\begin{aligned}
 & \min \theta \\
 \text{s.t.} \quad & \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq j_0}}^n \lambda_j X_{j\alpha}^L + \lambda_{j_0} X_{0\alpha}^R + S^- = \theta X_{0\alpha}^R \\
 & \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq j_0}}^n \lambda_j Y_{j\alpha}^R + \lambda_{j_0} Y_{0\alpha}^L - S^+ = Y_{0\alpha}^L, \\
 & \lambda_j \geq 0, \quad j = 1, \dots, n, \\
 & S^- \geq 0, \quad S^+ \geq 0.
 \end{aligned} \tag{M3}$$

设线性规划(M2)的最优值及最优解为  $(\theta^*)_\alpha^R, (\lambda^*)_\alpha^R, (S^{-*})_\alpha^R, (S^{+*})_\alpha^R$ , 那么[1]:

当  $(\theta^*)_\alpha^R = 1$  时, 则被评价单元 DMU<sub>0</sub> 为  $\alpha$  水平下的乐观弱模糊 DEA 有效的;

当  $(\theta^*)_\alpha^R = 1$  且  $(S^{-*})_\alpha^R = (S^{+*})_\alpha^R = 0$  时, 则被评价单元 DMU<sub>0</sub> 为  $\alpha$  水平下的乐观模糊 DEA 有效的。

设线性规划(M3)的最优值及最优解为  $(\theta^*)_\alpha^L, (\lambda^*)_\alpha^L, (S^{-*})_\alpha^L, (S^{+*})_\alpha^L$ , 那么[1]:

当  $(\theta^*)_\alpha^L = 1$  时, 则被评价单元 DMU<sub>0</sub> 为  $\alpha$  水平下的悲观弱模糊 DEA 有效的;

当  $(\theta^*)_\alpha^L = 1$  且  $(S^{-*})_\alpha^L = (S^{+*})_\alpha^L = 0$  时, 则被评价单元 DMU<sub>0</sub> 为  $\alpha$  水平下的悲观模糊 DEA 有效的。

在应用上述基于输入的模糊 DEA 模型评价决策单元的相对有效性时, 可以采用“平均置信有效性”方法对决策单元进行有效性排序, 即

设在分等级置信水平  $\alpha_i = i/k$  ( $i = 1, \dots, k$ ) 下 ( $k$  为事先指定的取点数量), 决策单元相对有效性(对应前述模型 M2、M3 的最优值)分别为  $(\theta^*)_{\alpha_i}^L, (\theta^*)_{\alpha_i}^R$ , 则决策单元的平均置信有效性为:

$$\bar{\theta} = \frac{\sum_{i=1}^k \alpha_i \left[ (\theta^*)_{\alpha_i}^L + (\theta^*)_{\alpha_i}^R \right]}{2 \cdot \sum_{i=1}^k \alpha_i}.$$

对于基于输入的模糊 DEA 模型来说,  $\bar{\theta}$  越大则决策单元的有效性越强。

### 3. 模糊 DEA 应用于办学效益的评价

选择浙江省 8 所高职院校 2012 年的实际数据, 应用模糊 DEA 方法并借助 MATLAB 软件进行详细计算。

### 3.1. 数据准备

本文使用的相关基本数据来自中国高职高专教育网(<http://www.tech.net.cn/web/index.aspx>)专栏“高等职业教育人才培养质量年度报告”(2012年)。尽管基本数据是真实的,但由于一些评价指标和权重具有主观性(且部分学校的个别数据缺失),为了不引起“对号入座”等不必要的麻烦,这里分别用  $DMU_1 \sim DMU_8$  表示相关高职院校(不明确标示其对应学校的名称)。

### 3.2. 评价指标体系

将采用如下评价指标体系:三项输入指标,三项输出指标(含两项模糊指标)。

$X_1$ ——专任教师人数,单位:百人;

$X_2$ ——教职工总人数,单位:百人;

$X_3$ ——年度新增经费投入,单位:千万元;

$Y_1$ ——毕业生数量,单位:千人;

$Y_2$ ——优质教学成果得分,用五分值评定、用 $[0, 5]$ 上的三角模糊数表示;

$Y_3$ ——毕业生质量得分,用五分值评定、用 $[0, 5]$ 上的三角模糊数表示。

对于上述输入输出指标数据,  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$  及  $Y_1$  取自中国高职高专教育网公布的相关高职院校 2012 年度数据;  $Y_2$  依据年度报告中省级以上精品课程、省级以上重点专业、示范实训基地及产学研基地、教学研究成果及获奖等信息综合考虑,给出评价数据(用三角模糊数表示);  $Y_3$  依据年度报告中毕业生就业率、就业去向、学生参加各种竞赛获奖、学生毕业设计 & 毕业实习等信息综合考虑,给出评价数据(用三角模糊数表示)。

最后得到的 8 所高职院校各指标数据如表 1 所示,对于三角模糊数分别使用  $\tilde{N}_{11}, \tilde{N}_{12}, \tilde{N}_{21}, \tilde{N}_{22}, \dots, \tilde{N}_{81}, \tilde{N}_{82}$  来表示:

### 3.3. 计算过程

以下采用“基于输入的模糊 DEA”模型对上述 8 所高职院校进行办学效益评价。

根据表 1 中的数据,与高职院校  $DMU_1$  相对应的模糊 DEA 评价规划为:称为(P1)

**Table 1. Input and output indexes data of eight Vocational Colleges**  
**表 1. 八所高职院校输入输出指标数据**

高职院校	输入指标				输出指标	
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$
$DMU_1$	3.66	6.33	2.19	3.12	$\tilde{N}_{11} = (2.58, 3.82, 4.85)$	$\tilde{N}_{12} = (2.77, 3.98, 4.95)$
$DMU_2$	3.50	5.60	2.57	2.80	$\tilde{N}_{21} = (2.15, 3.01, 4.26)$	$\tilde{N}_{22} = (2.65, 3.42, 4.79)$
$DMU_3$	3.18	5.58	3.80	2.59	$\tilde{N}_{31} = (3.37, 4.50, 4.95)$	$\tilde{N}_{32} = (3.21, 4.52, 5.00)$
$DMU_4$	3.02	3.82	1.15	2.35	$\tilde{N}_{41} = (2.00, 2.95, 3.97)$	$\tilde{N}_{42} = (2.35, 3.08, 4.06)$
$DMU_5$	9.82	15.03	1.89	7.57	$\tilde{N}_{51} = (3.05, 4.45, 5.00)$	$\tilde{N}_{52} = (3.23, 4.34, 4.96)$
$DMU_6$	3.30	4.20	1.26	2.58	$\tilde{N}_{61} = (2.01, 2.83, 3.92)$	$\tilde{N}_{62} = (2.15, 3.00, 3.87)$
$DMU_7$	3.11	5.21	1.34	3.04	$\tilde{N}_{71} = (2.66, 3.28, 3.89)$	$\tilde{N}_{72} = (2.45, 3.54, 4.03)$
$DMU_8$	3.14	6.00	4.02	3.28	$\tilde{N}_{81} = (3.75, 4.37, 5.00)$	$\tilde{N}_{82} = (3.60, 4.00, 4.76)$

$\min \theta$

$$\begin{aligned}
 \text{s.t. } & 3.66\lambda_1 + 3.50\lambda_2 + 3.18\lambda_3 + 3.02\lambda_4 + 9.82\lambda_5 + 3.30\lambda_6 + 3.11\lambda_7 + 3.14\lambda_8 \leq 3.66\theta, \\
 & 6.33\lambda_1 + 5.60\lambda_2 + 5.58\lambda_3 + 3.82\lambda_4 + 15.03\lambda_5 + 4.20\lambda_6 + 5.21\lambda_7 + 6.00\lambda_8 \leq 6.33\theta, \\
 & 2.19\lambda_1 + 2.57\lambda_2 + 3.80\lambda_3 + 1.15\lambda_4 + 1.89\lambda_5 + 1.26\lambda_6 + 1.34\lambda_7 + 4.02\lambda_8 \leq 2.19\theta, \\
 & 3.12\lambda_1 + 2.80\lambda_2 + 2.59\lambda_3 + 2.35\lambda_4 + 7.57\lambda_5 + 2.58\lambda_6 + 3.04\lambda_7 + 3.28\lambda_8 \geq 3.12, \\
 & \tilde{N}_{11}\lambda_1 + \tilde{N}_{21}\lambda_2 + \tilde{N}_{31}\lambda_3 + \tilde{N}_{41}\lambda_4 + \tilde{N}_{51}\lambda_5 + \tilde{N}_{61}\lambda_6 + \tilde{N}_{71}\lambda_7 + \tilde{N}_{81}\lambda_8 \geq \tilde{N}_{11}, \\
 & \tilde{N}_{12}\lambda_1 + \tilde{N}_{22}\lambda_2 + \tilde{N}_{32}\lambda_3 + \tilde{N}_{42}\lambda_4 + \tilde{N}_{52}\lambda_5 + \tilde{N}_{62}\lambda_6 + \tilde{N}_{72}\lambda_7 + \tilde{N}_{82}\lambda_8 \geq \tilde{N}_{12}, \\
 & \lambda_j \geq 0, \quad j=1, \dots, 8.
 \end{aligned}$$

由于

$$\begin{aligned}
 (\tilde{N}_{11})_{\alpha}^L &= 2.58 + 1.24\alpha, & (\tilde{N}_{11})_{\alpha}^R &= 4.85 - 1.03\alpha; & (\tilde{N}_{12})_{\alpha}^L &= 2.77 + 1.21\alpha, & (\tilde{N}_{12})_{\alpha}^R &= 4.95 - 0.97\alpha; \\
 (\tilde{N}_{21})_{\alpha}^L &= 2.15 + 0.86\alpha, & (\tilde{N}_{21})_{\alpha}^R &= 4.26 - 1.25\alpha; & (\tilde{N}_{22})_{\alpha}^L &= 2.65 + 0.77\alpha, & (\tilde{N}_{22})_{\alpha}^R &= 4.79 - 1.37\alpha; \\
 (\tilde{N}_{31})_{\alpha}^L &= 3.37 + 1.13\alpha, & (\tilde{N}_{31})_{\alpha}^R &= 4.95 - 0.45\alpha; & (\tilde{N}_{32})_{\alpha}^L &= 3.21 + 1.31\alpha, & (\tilde{N}_{32})_{\alpha}^R &= 5.00 - 0.48\alpha; \\
 (\tilde{N}_{41})_{\alpha}^L &= 2.00 + 0.95\alpha, & (\tilde{N}_{41})_{\alpha}^R &= 3.97 - 1.02\alpha; & (\tilde{N}_{42})_{\alpha}^L &= 2.35 + 0.73\alpha, & (\tilde{N}_{42})_{\alpha}^R &= 4.06 - 0.98\alpha; \\
 (\tilde{N}_{51})_{\alpha}^L &= 3.50 + 0.95\alpha, & (\tilde{N}_{51})_{\alpha}^R &= 5.00 - 0.55\alpha; & (\tilde{N}_{52})_{\alpha}^L &= 3.23 + 1.11\alpha, & (\tilde{N}_{52})_{\alpha}^R &= 4.96 - 0.62\alpha; \\
 (\tilde{N}_{61})_{\alpha}^L &= 2.01 + 0.82\alpha, & (\tilde{N}_{61})_{\alpha}^R &= 3.92 - 1.09\alpha; & (\tilde{N}_{62})_{\alpha}^L &= 2.15 + 0.85\alpha, & (\tilde{N}_{62})_{\alpha}^R &= 3.87 - 0.87\alpha; \\
 (\tilde{N}_{71})_{\alpha}^L &= 2.66 + 0.62\alpha, & (\tilde{N}_{71})_{\alpha}^R &= 3.89 - 0.61\alpha; & (\tilde{N}_{72})_{\alpha}^L &= 2.45 + 1.09\alpha, & (\tilde{N}_{72})_{\alpha}^R &= 4.03 - 0.49\alpha; \\
 (\tilde{N}_{81})_{\alpha}^L &= 3.75 + 0.62\alpha, & (\tilde{N}_{81})_{\alpha}^R &= 5.00 - 0.63\alpha; & (\tilde{N}_{82})_{\alpha}^L &= 3.60 + 0.40\alpha, & (\tilde{N}_{82})_{\alpha}^R &= 4.76 - 0.76\alpha.
 \end{aligned}$$

所以，依照取截集的方法，在置信水平  $\alpha$  下，求解模糊规划问题(P1)可转化为求解如下两个普通线性规划问题：分别称为(P1<sub>1</sub>)和(P1<sub>2</sub>)

$\min \theta$

$$\begin{aligned}
 \text{s.t. } & 3.66\lambda_1 + 3.50\lambda_2 + 3.18\lambda_3 + 3.02\lambda_4 + 9.82\lambda_5 + 3.30\lambda_6 + 3.11\lambda_7 + 3.14\lambda_8 \leq 3.66\theta, \\
 & 6.33\lambda_1 + 5.60\lambda_2 + 5.58\lambda_3 + 3.82\lambda_4 + 15.03\lambda_5 + 4.20\lambda_6 + 5.21\lambda_7 + 6.00\lambda_8 \leq 6.33\theta, \\
 & 2.19\lambda_1 + 2.57\lambda_2 + 3.80\lambda_3 + 1.15\lambda_4 + 1.89\lambda_5 + 1.26\lambda_6 + 1.34\lambda_7 + 4.02\lambda_8 \leq 2.19\theta, \\
 & 3.12\lambda_1 + 2.80\lambda_2 + 2.59\lambda_3 + 2.35\lambda_4 + 7.57\lambda_5 + 2.58\lambda_6 + 3.04\lambda_7 + 3.28\lambda_8 \geq 3.12, \\
 & (4.85 - 1.03\alpha)\lambda_1 + (2.15 + 0.86\alpha)\lambda_2 + (3.37 + 1.13\alpha)\lambda_3 + (2.00 + 0.95\alpha)\lambda_4 + (3.50 + 0.95\alpha)\lambda_5 \\
 & \quad + (2.01 + 0.82\alpha)\lambda_6 + (2.66 + 0.62\alpha)\lambda_7 + (3.75 + 0.62\alpha)\lambda_8 \geq (4.85 - 1.03\alpha), \\
 & (4.95 - 0.97\alpha)\lambda_1 + (2.65 + 0.77\alpha)\lambda_2 + (3.21 + 1.31\alpha)\lambda_3 + (2.35 + 0.73\alpha)\lambda_4 + (3.23 + 1.11\alpha)\lambda_5 \\
 & \quad + (2.15 + 0.85\alpha)\lambda_6 + (2.45 + 1.09\alpha)\lambda_7 + (3.60 + 0.40\alpha)\lambda_8 \geq (4.95 - 0.97\alpha), \\
 & \lambda_j \geq 0, \quad j=1, \dots, 8.
 \end{aligned}$$

$\min \theta$

$$\begin{aligned}
 \text{s.t. } & 3.66\lambda_1 + 3.50\lambda_2 + 3.18\lambda_3 + 3.02\lambda_4 + 9.82\lambda_5 + 3.30\lambda_6 + 3.11\lambda_7 + 3.14\lambda_8 \leq 3.66\theta, \\
 & 6.33\lambda_1 + 5.60\lambda_2 + 5.58\lambda_3 + 3.82\lambda_4 + 15.03\lambda_5 + 4.20\lambda_6 + 5.21\lambda_7 + 6.00\lambda_8 \leq 6.33\theta, \\
 & 2.19\lambda_1 + 2.57\lambda_2 + 3.80\lambda_3 + 1.15\lambda_4 + 1.89\lambda_5 + 1.26\lambda_6 + 1.34\lambda_7 + 4.02\lambda_8 \leq 2.19\theta, \\
 & 3.12\lambda_1 + 2.80\lambda_2 + 2.59\lambda_3 + 2.35\lambda_4 + 7.57\lambda_5 + 2.58\lambda_6 + 3.04\lambda_7 + 3.28\lambda_8 \geq 3.12, \\
 & (2.58 + 1.24\alpha)\lambda_1 + (4.26 - 1.25\alpha)\lambda_2 + (4.95 - 0.45\alpha)\lambda_3 + (3.97 - 1.02\alpha)\lambda_4 + (5.00 - 0.55\alpha)\lambda_5 \\
 & \quad + (3.92 - 1.09\alpha)\lambda_6 + (3.89 - 0.61\alpha)\lambda_7 + (5.00 - 0.63\alpha)\lambda_8 \geq (2.58 + 1.24\alpha),
 \end{aligned}$$

$$(2.77+1.21\alpha)\lambda_1+(4.79-1.37\alpha)\lambda_2+(5.00-0.48\alpha)\lambda_3+(4.06-0.98\alpha)\lambda_4+(4.96-0.62\alpha)\lambda_5$$

$$+(3.87-0.87\alpha)\lambda_6+(4.03-0.49\alpha)\lambda_7+(4.76-0.76\alpha)\lambda_8 \geq (2.77+1.21\alpha),$$

$$\lambda_j \geq 0, \quad j=1, \dots, 8.$$

选取不同置信水平  $\alpha$  值, 分别求解线性规划(P1<sub>1</sub>)及(P1<sub>2</sub>)可得到高职院校 DMU<sub>1</sub> 的模糊 DEA 有效区间  $\left[ (\theta^*)_{\alpha}^L, (\theta^*)_{\alpha}^R \right]$ 。比如, 取  $\alpha = 0.2$ , 借助 MATLAB 求解(P1<sub>1</sub>)、(P1<sub>2</sub>)得到模糊 DEA 有效区间为:

$$\left[ (\theta^*)_{\alpha}^L, (\theta^*)_{\alpha}^R \right] = [0.8604, 1.00]$$

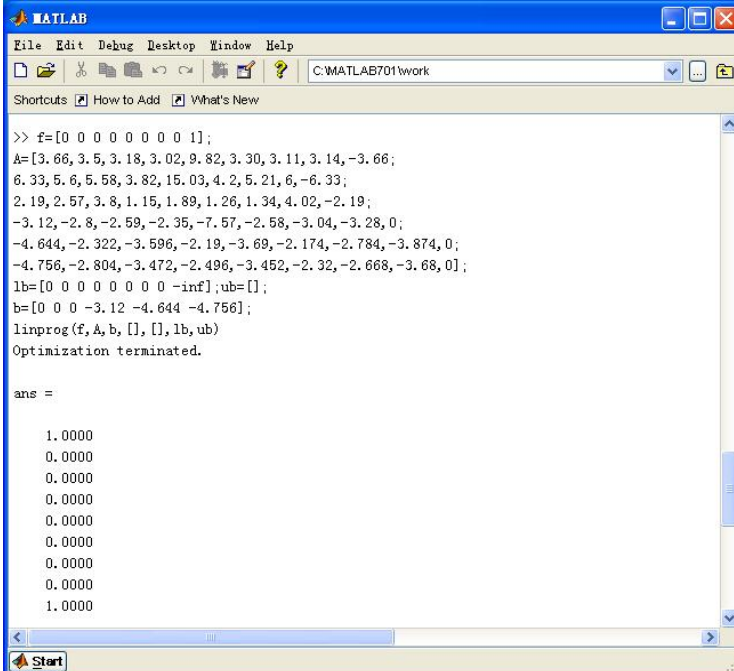
计算过程如图 1 及图 2 示。

从图 1、图 2 的计算结果可以看出, 对于置信水平  $\alpha = 0.2$ , 高职院校 DMU<sub>1</sub> 是“乐观模糊 DEA 有效的”, 但不是“悲观模糊 DEA 有效的”。

类似地, 分别取  $\alpha = 0.4, 0.6, 0.8, 1$  可得到高职院校 DMU<sub>1</sub> 的模糊 DEA 有效区间为:  $[0.8604, 1]$ ,  $[0.8604, 1]$ ,  $[0.8604, 1]$ ,  $[0.9207, 0.9207]$ 。

实际上, 可在 MATLAB 中使用参数, 重复使用同一段代码计算不同置信水平下 DMU<sub>1</sub> 的模糊 DEA 有效区间。含参 MATLAB 程序如下所示:

```
f = [0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1];
A = [3.66, 3.5, 3.18, 3.02, 9.82, 3.30, 3.11, 3.14, -3.66; 6.33, 5.6, 5.58, 3.82, 15.03, 4.2, 5.21, 6, -6.33;
2.19, 2.57, 3.8, 1.15, 1.89, 1.26, 1.34, 4.02, -2.19; -3.12, -2.8, -2.59, -2.35, -7.57, -2.58, -3.04, -3.28, 0;
-(4.85-1.03*a), -(2.15+0.86*a), -(3.37+1.13*a), -(2.00+0.95*a), -(3.5+0.95*a), -(2.01+0.82*a), -(2.66+0.62*a),
-(3.75+0.62*a), 0; -(4.95-0.97*a), -(2.65+0.77*a), -(3.21+1.31*a), -(2.35+0.73*a), -(3.23+1.11*a),
-(2.15+0.85*a), -(2.45+1.09*a), -(3.6+0.4*a), 0];
lb = [0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, -inf]; ub = [];
b = [0, 0, 0, -3.12, -(4.85-1.03*a), -(4.95-0.97*a)];
linprog(f, A, b, [], [], lb, ub)
f = [0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1];
```

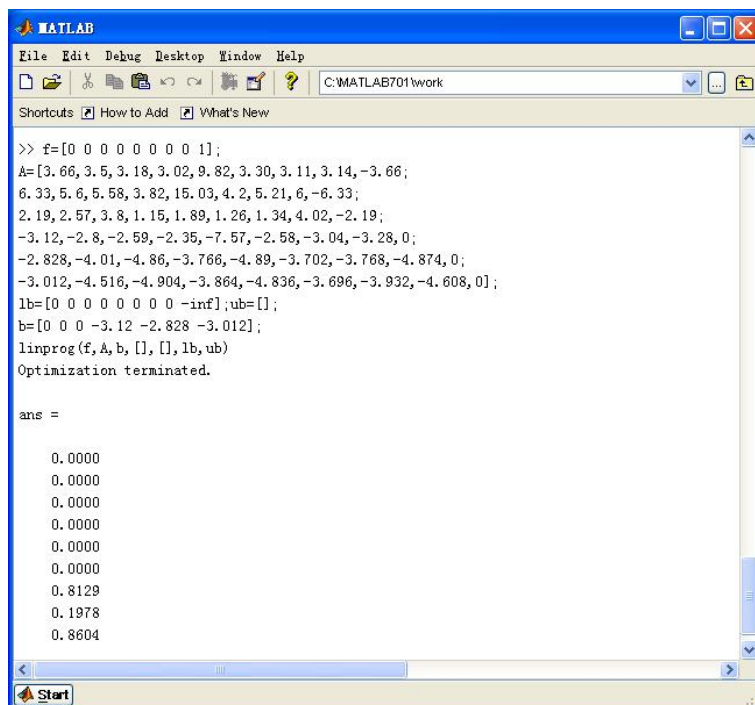


```
>> f=[0 0 0 0 0 0 0 0 1];
A=[3.66, 3.5, 3.18, 3.02, 9.82, 3.30, 3.11, 3.14, -3.66;
6.33, 5.6, 5.58, 3.82, 15.03, 4.2, 5.21, 6, -6.33;
2.19, 2.57, 3.8, 1.15, 1.89, 1.26, 1.34, 4.02, -2.19;
-3.12, -2.8, -2.59, -2.35, -7.57, -2.58, -3.04, -3.28, 0;
-4.644, -2.322, -3.596, -2.19, -3.69, -2.174, -2.784, -3.874, 0;
-4.756, -2.804, -3.472, -2.496, -3.452, -2.32, -2.668, -3.68, 0];
lb=[0 0 0 0 0 0 0 -inf]; ub=[];
b=[0 0 0 -3.12 -4.644 -4.756];
linprog(f, A, b, [], [], lb, ub)
Optimization terminated.

ans =

    1.0000
    0.0000
    0.0000
    0.0000
    0.0000
    0.0000
    0.0000
    0.0000
    1.0000
```

Figure 1. The calculation results by using MATLAB (1)  
图 1. 使用 MATLAB 的计算结果(1)



```

MATLAB
File Edit Debug Desktop Window Help
C:\MATLAB701\work
Shortcuts How to Add What's New

>> f=[0 0 0 0 0 0 0 0 1];
A=[3.66, 3.5, 3.18, 3.02, 9.82, 3.30, 3.11, 3.14, -3.66;
6.33, 5.6, 5.58, 3.82, 15.03, 4.2, 5.21, 6, -6.33;
2.19, 2.57, 3.8, 1.15, 1.89, 1.26, 1.34, 4.02, -2.19;
-3.12, -2.8, -2.59, -2.35, -7.57, -2.58, -3.04, -3.28, 0;
-2.828, -4.01, -4.86, -3.766, -4.89, -3.702, -3.768, -4.874, 0;
-3.012, -4.516, -4.904, -3.864, -4.836, -3.696, -3.932, -4.608, 0];
lb=[0 0 0 0 0 0 0 -inf]; ub=[];
b=[0 0 0 -3.12 -2.828 -3.012];
linprog(f, A, b, [], [], lb, ub)
Optimization terminated.

ans =

    0.0000
    0.0000
    0.0000
    0.0000
    0.0000
    0.0000
    0.8129
    0.1978
    0.8604

```

Figure 2. The calculation results by using MATLAB (2)  
图 2. 使用 MATLAB 的计算结果(2)

$A = [3.66, 3.5, 3.18, 3.02, 9.82, 3.30, 3.11, 3.14, -3.66; 6.33, 5.6, 5.58, 3.82, 15.03, 4.2, 5.21, 6, -6.33; 2.19, 2.57, 3.8, 1.15, 1.89, 1.26, 1.34, 4.02, -2.19; -3.12, -2.8, -2.59, -2.35, -7.57, -2.58, -3.04, -3.28, 0; -(2.58 + 1.24*a), -(4.26 - 1.25*a), -(4.95 - 0.45*a), -(3.97 - 1.02*a), -(5 - 0.55*a), -(3.92 - 1.09*a), -(3.89 - 0.61*a), -(5 - 0.63*a), 0; -(2.77 + 1.21*a), -(4.79 - 1.37*a), -(5 - 0.48*a), -(4.06 - 0.98*a), -(4.96 - 0.62*a), -(3.87 - 0.87*a), -(4.03 - 0.49*a), -(4.76 - 0.76*a), 0];$

$lb = [0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, -inf]; ub = [];$

$b = [0, 0, 0, -3.12, -(2.58 + 1.24*a), -(2.77 + 1.21*a)];$

$linprog(f, A, b, [], [], lb, ub)$

按照相同的方法，可以给出高职院校  $DMU_2$ 、 $DMU_3$ 、……、 $DMU_8$  在置信水平  $\alpha$  分别取 0.2、0.4、0.6、0.8、1.0 时的模糊 DEA 有效区间，最终结果如表 2 所示。

应用平均置信有效性公式，可以得到前述 8 所高职院校的平均置信有效性  $\bar{\theta}$  分别为：0.927, 0.893, 0.979, 1, 1, 0.999, 1, 1。

据此，8 所高职院校的办学效益排序为： $DMU_4$ ,  $DMU_5$ ,  $DMU_7$ ,  $DMU_8$ (并列);  $DMU_6$ ;  $DMU_3$ ;  $DMU_1$ ;  $DMU_2$ 。

#### 4. 计算结果分析

依据上述结果，并对照表 1 中的原始数据，可以得到许多定性结论，这对于决策者提高办学效益、提升管理水平有重要价值，比如：

1) 比较两所学校  $DMU_3$  和  $DMU_4$  的数据就会发现，尽管其专任教师数量和毕业生人数相当，甚至  $DMU_3$  的学生质量高于  $DMU_4$ (可从  $\tilde{N}_{32}$  及  $\tilde{N}_{42}$  的数据看出)，但  $DMU_3$  的办学效益却低于  $DMU_4$ 。究其原因，主要是  $DMU_3$  的经费投入、人员成本较高(专任教师在校职工中的比例较低)；



**Table 2.** Fuzzy DEA valid interval of eight Higher Vocational Colleges  
**表 2.** 八所高职院校的模糊 DEA 有效区间

	0.2	0.4	0.6	0.8	1
DMU <sub>1</sub>	[0.8604, 1]	[0.8604, 1]	[0.8604, 1]	[0.8604, 1]	[0.9207, 0.9207]
DMU <sub>2</sub>	[0.8502, 1]	[0.8502, 1]	[0.8502, 1]	[0.8502, 0.9214]	[0.8615, 0.8615]
DMU <sub>3</sub>	[0.8200, 1]	[0.8573, 1]	[0.9539, 1]	[1, 1]	[1, 1]
DMU <sub>4</sub>	[1, 1]	[1, 1]	[1, 1]	[1, 1]	[1, 1]
DMU <sub>5</sub>	[1, 1]	[1, 1]	[1, 1]	[1, 1]	[1, 1]
DMU <sub>6</sub>	[0.9998, 1]	[0.9998, 1]	[0.9998, 1]	[0.9998, 1]	[0.9998, 0.9998]
DMU <sub>7</sub>	[1, 1]	[1, 1]	[1, 1]	[1, 1]	[1, 1]
DMU <sub>8</sub>	[1, 1]	[1, 1]	[1, 1]	[1, 1]	[1, 1]

2) 比较两所学校 DMU<sub>1</sub> 和 DMU<sub>8</sub> 的数据就会发现, 尽管其专任教师数量、教职工总数、毕业生人数及质量相当, 甚至 DMU<sub>8</sub> 的经费投入高于 DMU<sub>1</sub>, 但 DMU<sub>8</sub> 的办学效益仍高于 DMU<sub>1</sub>。究其原因, 主要是 DMU<sub>8</sub> 的优质教学成果得分明显高于 DMU<sub>1</sub> (可从  $\tilde{N}_{11}$  及  $\tilde{N}_{81}$  的数据看出)。

同时, 对照实际情况, 那些仅仅追求所谓的“大手笔”、硬件投入非常高的“豪华”学校, 其办学效益往往很低。

以上这些结论表明, 高职院校的办学效益本质上体现在学校的内涵建设上, 如何练好高职院校的“内功”才是管理者需要认真考虑的问题。

## 致 谢

本文得到上海海事大学重点课程建设项目的资助, 特此致谢!

## 参考文献 (References)

- [1] 黄朝峰 (2009) 高校办学效益模糊 DEA 评价. 中国经济出版社, 北京.
- [2] 马占新 (2013) 数据包络分析及其应用案例. 科学出版社, 北京.
- [3] 刘盾, 胡培, 何鹏 (2010) 一种基于 DEA 模型的粗集决策方法. *统计与信息论坛*, **25**, 26-31.
- [4] 李岭 (2011) 一类 DEA 模型的应用研究. *中国管理信息化*, **14**, 71-73.
- [5] 梁叔森, 彭新一 (2008) 基于 DEA 方法的研究型大学办学效益评价研究. *高等工程教育研究*, **2**, 83-86.
- [6] 许长青 (2012) 高等教育办学效益与成本控制: 基于 1996~2008 年的 DEA 实证分析. *黑龙江高教研究*, **8**, 1-8.
- [7] 陈辰, 胡甚平 (2012) 基于模糊 DEA 的航运公司安全管理有效性评价. *上海海事大学学报*, **33**, 12-15.
- [8] 张小红, 裴道武, 代建华 (2013) 模糊数学与 Rough 集理论. 清华大学出版社, 北京.